別添11

根本原因分析に関する報告書

別添１１－１

もんじゅ１次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の

不具合に係る根本原因分析に関する報告書

平成 20 年 7 月 7 日

もんじゅ１次メンテナンス冷却系ナトリウム検出器の
不具合に係る根本原因分析チーム

目次

1. はじめに

2. 事象の概要
2.1 誤警報の発報
2.2 その後の点検結果

3. 分析の進め方
3.1 採用した分析手法等
3.2 分析に際して考慮すべき事項（CLD の有する安全機能の重要度分類）
3.3 分析で対象とする個別事象の選定
3.4 組織要因の分析

4. 「何故、シースの過挿入という施工不良を未然に防げなかったか？」に関する分析
4.1 調査の概要
4.2 調査及び分析の結果
4.2.1 固定用器具としてシーラントを採用したことについて
4.2.2 シーラントが動きシースの挿入位置にずれが起きたことについて
4.2.3 シースの過挿入を工場及び現場での検査で発見できなかったことについて

5. 「何故、施工不良が誤警報が発生するまで発見されなかったか？」に関する分析
5.1 調査の概要
5.2 調査及び分析の結果
5.2.1 通常保全で見つからなかったことについて
5.2.2 安全総点検で見つからなかったことについて
5.2.3 CLD に関する不適合管理等で発見されなかったことについて
5.2.4 シーラントに関するメーカの不具合情報、手順変更等に関する情報を収集・反映するプロセスで発見されなかったことについて
5.2.5 改造工事での CLD 増設時（平成 17 年）に見つからなかったことについて

6. 組織要因の分析
6.1 分析対象の抽出
6.2 分析方法
6.3 分析結果

7. 得られた教訓と提言

目次（続き）

添付資料
別添１　根本原因分析チームの構成員
別添２　ナトリウム漏えい検出器の種類と安全機能の重要度分類について
別添３　接触型ナトリウム検出器（CLD）の設計上の要求事項について
別添４　もんじゅ安全総点検におけるナトリウム漏えい検出設備の点検について
参考１　根本原因分析に対する国の要求事項について（出典：規制当局が評価するガイドライン）
参考２　根本原因分析における組織要因の視点（出典：規制当局が評価するガイドライン）

1. はじめに

平成 20 年 3 月 26 日、高速増殖原型炉「もんじゅ」（以下「もんじゅ」という。）の１次メンテナンス冷却系原子炉容器入口１次止め弁内部の接触型漏えい検出器（以下「CLD」という。）から誤警報が発報した(1)。これまでの調査によれば、誤警報が発報した原因は、建設時（平成 3 年）に CLD を取り付けた際に、検出器シース（さや部）の過挿入によりシース先端の電極と弁棒が接触し、電極の変形、シースの摩耗が発生したことに起因して、最終的に電極と弁棒が機械的に接触して導電したこと、すなわち、CLD の施工不良によるものと推定されている(2)。

当該事象に関し、安全統括部長は、平成 20 年 5 月 7 日、「不適合等の根本原因分析に係る手順」（QS－A05 平成 19 年 12 月 安全統括部）（以下「機構の分析手順」という。）に従って「もんじゅ１次メンテナンス冷却系ナトリウム検出器の不具合に係る根本原因分析チーム」（以下「分析チーム」という。）を設置し、同チームに対し、① CLD が据え付けられた当時の施工管理状況、② 安全総点検を含む CLD 据え付け後の保守点検状況、及び③ その他分析チームが必要とする調査事項について、中立的な立場から根本的な原因（組織要因を含む。）を分析するとともに、それに対する是正事項又は検討事項について提言することを諮問した。

図１に、分析チームの組織上の位置付けを示す。安全統括部長は、機構の分析手順に基づき分析チームのメンバーを人選した（別添 1 参照）。その際、分析対象事象に直接関与しない部門から人選することを基本とし、情報収集等を行うため、中立的な立場で活動が行える範囲で「もんじゅ」の職員もメンバーに加えた。

分析チームは、① 現場確認、② 関連する図書類の確認、③「もんじゅ」の幹部を含む関係者や、CLD の設計、製作及び施工を受注した元請メーカの関係者へのインタビューを行い、当該施工不良が発生し、それが誤警報の発報まで発見できなかった原因を深く分析するとともに、背後にある組織要因の分析を進めた。

本報告書は、分析チームが実施した分析の結果及びその結果を踏まえて検討した提言について取りまとめたものである。

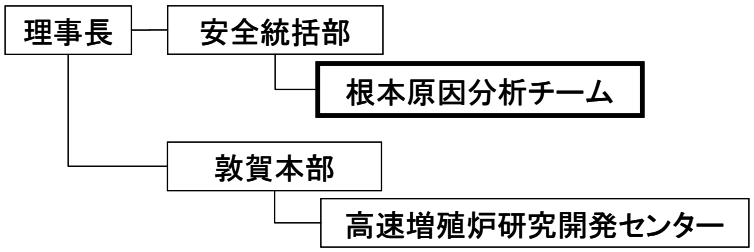

図１　分析チームの組織上の位置付け

参考文献：
(1) 原子力機構発表「1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報の発報について」（平成 20 年 4 月 4 日　）
(2) 原子力機構発表「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検計画について」（平成 20 年 4 月 14 日）

2. 事象の概要

2.1 誤警報の発報

図 2 に、誤警報を出した CLD の構造を示す。CLD は全長 1000mm の検出器シース（SUS 製、外径 4.8mm）の先端約 80mm を弁側取付座に差込み、シーラントと呼ばれるリング状の固定用器具を取付本体に当て、押しネジで締め付けることによりシースを固定する構造になっている。こうした固定法はコンプレッションフィッティング（Compression Fitting）と呼ばれている。

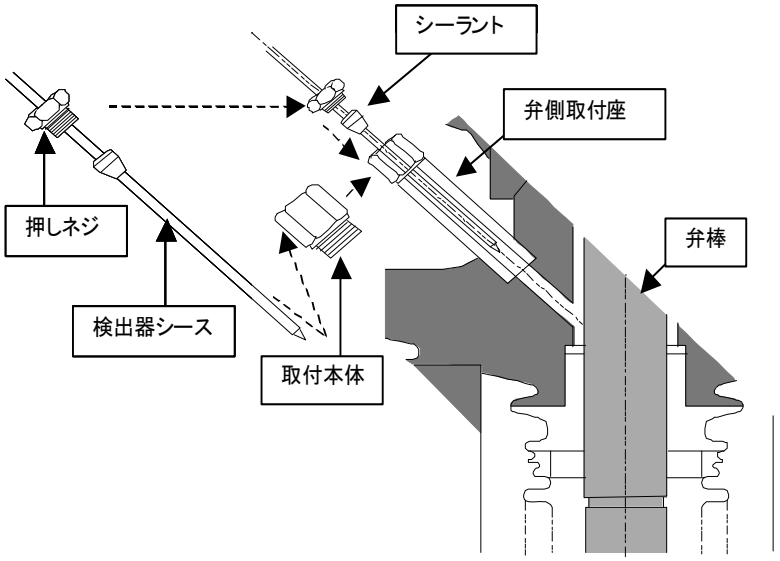

図 2　原子炉容器入口 1 次止め弁の CLD の構造

当該 CLD の点検の結果、計画時の据付け状態に対して、シーラントによるシース固定部位の位置ずれが発見され、検出器シースが計画値より過挿入状態であったことが判明した。図 3 に示すように、過挿入によりシース先端の電極は曲がり、シース先端が弁棒に押し付けられたが、電極は弁棒から僅かに離れた状態が続いていた。しかし、弁棒の摺動によりシース上端が摩耗し、離れていたシース先端の電極が弁棒に接触したため、通電して警報を発したものと推定されている。

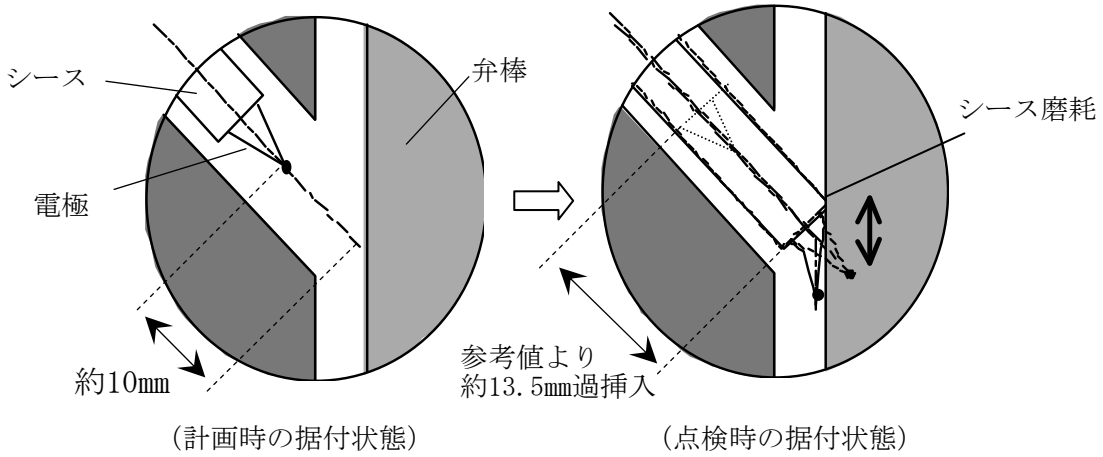

図 3　CLD 先端部の据付状態（計画時と点検時）

上記のとおり、誤警報の発報はシーラントによるシース固定部位の位置ずれに起因する。シーラントは汎用の市販品であり、その一般的な施工法としては、現場で CLD シースの挿入長さからシーラントの位置を決め、押しネジを取付本体にねじ込むことによりシーラントを締め付けるというものである。しかし、「もんじゅ」建設時には、以下の手順で施工された。① 工場でシーラントの位置を決め、シーラントを押しネジと取付本体で締め付け、いったん固定する。② 現場でそれを分解し、取付本体を弁側取付座に取り付ける。③ シースをシーラントが当たる位置まで挿入する。④ 押しネジでシーラントを締め付けて固定する。本件では、その際、②以降の操作でシーラントが動いたことによりシースの挿入位置にずれが発生したものと推定されている。

2.2 その後の点検結果

上記の点検結果を踏まえ、敦賀本部は、平成 20 年 4 月 14 日にナトリウム漏えい検出器の点検計画を策定した。この計画では、すべてのナトリウム漏えい検出器の施工状況等について点検を行うこととした(1)。

点検計画に従い、シーラント型 CLD については、全数を引き抜いて、検出器の寸法、取付位置、シーラントの固定状況の確認が進められ、1 次系、2 次系を合わせて点検対象 252 個の確認が終了し、シース挿入長さの過不足が 98 個、シーラントの緩みが 55 個ある等、施工不良が見つかった（平成 20 年 6 月 23 日現在)。ただし、点検したすべての CLD は、導通試験及び絶縁抵抗試験が実施され、ナトリウムの漏えいを検出し警報を発信するという機能は維持されていたことが確認されている。

点検対象 252 個のシーラント型 CLD のうち、9 個は改造工事時（平成 17 年）に 1 次系の配管外側に増設されたものである。増設時には、建設時とは異なり、現場でシーラントの位置を決め固定するという前述した一般的な施工法が採用されており、増設した 9 個には、今回の点検でシース挿入長さの過不足は起きていないことが確認されている。

なお、上記 252 個のシーラント型 CLD について、設置後これまでに引き抜いて点検が行われたことはなかった。

参考文献：
(1) 原子力機構発表「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検計画について」（平成 20 年 4 月 14 日）

3. 分析の進め方

3.1 採用した分析手法等

原子力安全・保安院は、根本原因分析に関し「国の要求事項」（参考 1 参照）を示し、「実施にあたっては、分析主体の中立性、分析結果の客観性及び分析方法の論理性が確保されることを確実にすること。」等を求めている。また、（社）日本電気協会では、「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2003）の適用

指針－原子力発電所の運転段階－」（JEAG4121-2005）[2007 年追補版２]付属書「根本原因分析ガイド」を制定している。分析に当たっては、これらに適合するよう努めることとした。特に、今回の分析では、17 年前の建設当時に起きた事象を対象とするため、十分な事実確認ができないことが考えられたが、そのような場合には、同ガイドに記載されているとおり、「思いつきではなく、得られた他の調査結果に基づく推定をする等最善の努力をするとともに、『何を教訓として学ぶか』という視点で取組む」こととした。

分析手法としては、国際的にも広く用いられている根本原因分析手法である IAEA（International Atomic Energy Agency）の ASSET 手法(1)の考え方を参考とすることとした。同手法では、分析対象とする事故事象等を複数の「個別事象(Occurrence)」の連鎖に分解し、その各々について、以下のステップで直接原因及び根本原因を抽出する。

① 何が起きたか（What happened?）
② 何故起きたか（Why did it happen?）：直接原因の分析
③ 何故それを未然に防ぐことができなかったか（Why was it not prevented?）：根本原因の分析

そして、最終的に、直接原因を取り除くための対策（Repair）、根本原因を取り除くために有効な対策（Remedy）について検討する。ただし、今回の分析では、対策の検討は含まないこととし、対策については、「もんじゅ」での検討に委ねることとした。

なお、直接原因の抽出では、発注元である機構または元請メーカを対象とするが、組織要因を含む根本原因の抽出は、主に機構を対象とすることとした。

参考文献：
(1)IAEA-TECDOC-1278, “Review of Methodologies for Analysis of Safety Incidents at NPPs”, Final report for a co-coordinated research project 1998-2001, March 2002.

3.2 分析に際して考慮すべき事項（CLD の有する安全機能の重要度分類）

機器の設計、製作、施工及びその後の保守管理における品質管理は、その機器が有する安全機能の重要度に応じてなされているため、今回の事象の分析では、施工不良が起きた機器である CLD の安全機能とその重要度に留意する必要がある。

「もんじゅ」で採用されているナトリウム漏えいを検出する検出器は多種あるが、その各々が有する安全機能の重要度は MJ 基準（高速増殖炉もんじゅ発電所 一般設計条件書）の「安全上重要な設備の範囲」で分類されている（別添 2 参照）。CLD については「ナトリウムの漏えいを検知し警報を発する」という安全機能を有しており、その機能の重要度分類は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で定義される異常影響緩和系（MS）のクラス 3（MS-3）に相当すると分類されている。すなわち、その安全機能の重要度は、安全保護系である工学的安全施設作動設備に分類される検出器やインターロック機能を有する検出器に比べて低い。また、CLD は、ナトリウムバウンダリの外に設置されており、気密性や耐圧性

等の要求がないことから、上記の機能の要求はあるが、技術基準等による構造に係る要求事項はない（別添 3 参照）。

3.3 分析で対象とする個別事象の選定

上記 ASSET 手法の考え方に沿い、以下の観点から分析を進めることとした。

a.何故、シースの過挿入という施工不良を未然に防げなかったか？

b.何故、施工不良が、誤警報が発生するまで発見されなかったか？（発見できる機会があったにもかかわらず、その機会を逃がしたという観点）

上記 a.の観点からは、以下の個別事象を分析対象に選定した。

a.1：固定用器具としてシーラントを採用した。

a.2：シーラントが動きシースの挿入位置にずれが起きた。

a.3：シースの過挿入を工場及び現場での検査で発見できなかった。

また、上記 b.の観点からは、以下の個別事象を分析対象に選定した。

b.1：通常保全で見つからなかった。

b.2：安全総点検で見つからなかった。

b.3：CLD 等に関する不適合管理等で発見されなかった。

b.4：シーラントに関するメーカの不具合情報、手順変更等に関する情報を収集・反映するプロセスで発見されなかった。

b.5：改造工事での CLD 増設時（平成 17 年）に見つからなかった。

3.4 組織要因の分析

組織要因の分析については、上記の分析を進める過程で、組織要因が重要な役割を果たしていると考えられる事項を抽出することとした。また、前述の ASSET 手法では、分析を進める際の視点や方法論は示されていないため、組織要因の分析では、そのための分析の視点が必要となる。そこで、JEAG4121-2005 付属書「根本原因分析ガイド」に参考として示されている「根本原因分析における組織要因の視点」（参考 2）を参照することとした。

4. 「何故、シースの過挿入という施工不良を未然に防げなかったか？」に関する分析

4.1 調査の概要

建設時（平成２年）におけるナトリウム漏えい検出器の設計、製作、施工及び検査の各段階で作成された図書類を確認するとともに、シーラント型 CLD を採用することとなった経緯や製作・施工管理状況について、「もんじゅ」で施工管理、品質管理を担当している課の職員及び元請メーカの関係者にインタビューを行い調査した。

また、上記調査に先立ち、現場を視察し、当該 CLD が設置されていた箇所周辺の機器の配置や作業環境を確認するとともに、抜き取った CLD の損傷状況等を確認した。

4.2 調査及び分析の結果

4.2.1 固定用器具としてシーラントを採用したことについて

(1) 元請メーカからの提案理由等について

元請メーカによると、① シーラントは、汎用品であり多くの使用実績があること、特に、原子力産業でも熱電対の固定用として使用実績があること、② 据付け後の保守や点検が容易であることから、シーラントの採用を提案したとのことであった。ただし、スウェージロック等、より信頼性の高いものを採用することについて検討したか否かについては、確認できなかった。

上記②は、元請メーカとしては CLD を据え付けた後の運用段階で、CLD を引き抜いて保守や点検を行い、その後、元に戻すことを想定していたことを意味する。元請メーカによれば、熱電対では校正等のためにこのような点検等が行われており、問題等は報告されていないとのことであった。このような使用は、工場で組み立てた後、現場で分解して再取付けをすることと基本的に同じであり、元請メーカとしては、このような施工法であってもシーラントは動かないと思い込んでいたとのことであった。使用実績については、シーラントを用いて固定する熱電対は、安全機能を有する系統や機器では使用されておらず、他方、CLD は安全機能を有する機器であることから、シーラントを CLD の固定に用いるに当たっては、その信頼性を確認すべきであったと考える。

一方、機構（当時の動力炉・核燃料開発事業団）がシーラントを採用する判断のプロセスにどのように関与したかを示す記録等は見つからなかった。ただし、CLD には、シーラント型のほかに、同様の環境に設置されているものでもメーカにより幾つかの異なった設計のものが採用されており、機構は、CLD は技術基準等による構造に関する設計上の要求がない機器（別添 2 参照）であるため、ナトリウム漏えいを検出し警報を発するという機能が確保されれば、その設計には多様なものがあってよいと考えていたことが推定できる。例えば、他メーカが設計したねじ込み式の CLD では、電極部は弁体に約 15mm 挿入されており、シーラント型 CLD の挿入長さに比べて短い。すなわち、シースの固定方法やシース挿入長さに注意が払われていなかったものと推定される。

(2) 先行炉「常陽」の経験等の反映の観点

CLD の設計に際し、先行炉の高速実験炉「常陽」（以下「常陽」という。）の経験等が生かされたかという観点からも調査した。「常陽」の 1 次系の CLD は 2 種類あるが、「もんじゅ」の CLD と同様に気密性の必要のない 1 重構造の部位では、シーラントは使用されておらず、シースと取付けネジを溶接付けし、取付け座にねじ込む方式が採用されている。また、フランスのフェニックス炉の CLD では、車のスパークプラグに類似したねじ込み式が採用されているとのことである。

元請メーカへのインタビューでは、CLD の設計に際し、「常陽」での状況は知っていたがフェニックス炉の情報を入手したかどうかは確認できなかった。また、機構については、関連する記録等は見つからなかった。

まとめ

適切な施工がなされていれば今回の事象は起きなかったことを考えれば、シーラントの採用は必ずしも誤った判断とは言えない。しかし、スウェージロック等、より信頼性の高いものを採用していれば今回の事象は起きなかった可能性が高いことを考えれば、シーラントを採用したことは、原因を構成する重要な要素となっている。シーラントを採用するという判断をした直接原因は、「元請メーカにおいて、原子力産業でも熱電対の固定方法として使用実績があったことへの過信があった」ことと考えられる。すなわち、シーラントは、原子力産業で使用実績はあったものの、安全機能を有する系統や機器では使用されておらず、シーラントの採用に際しては、その信頼性を確認すべきであった。機構については、シーラントの採用に関する判断のプロセスにどのように関与したかを示す記録がないため、直接原因を同定することはできなかった。

その根本原因については、次のように推定できる。機構は、CLD には技術基準等による構造に関する設計上の要求がないため、機能が確保されれば、その設計には多様なものがあってよいと考えており、シースの固定方法やシース挿入長さに注意が払われていなかった。一方、元請メーカは、シーラントはいったん締め付けた後では分解しても動かないと思い込んでいた。

4.2.2 シーラントが動きシースの挿入位置にずれが起きたことについて

(1) シーラントを通常とは異なった方法で使用したことについて

これに関する経緯は以下のとおりである。元請メーカは、シーラント型 CLD の設計、製作技術を持つ下請メーカに現地据付工事を含めて発注した。元請メーカによると、下請メーカは、設置する CLD の個数が多いため、現地で一つ一つのシース挿入長さを mm 単位で定めてシーラントを締付固定するのは作業性が悪いと判断し、工場であらかじめ締付固定し現地で分解して再締め付けする方法を採用した。また、元請メーカは、4.2.1(1)で述べたとおり、上記の施工法は熱電対の固定で実績があり、シーラントは動かないと思い込んでいたとのことであった。

なお、工場製作時の前処理でシーラントを十分に締め付けていれば、分解してもシーラントが動かなかった可能性はあるが、この点については関連する記録等がなく、確認することはできなかった。

(2) 据付要領書における注意書きについて

据付要領書については、二つの異なるものが存在している。元請メーカの据付要領（予熱配管ヒータ据付要領書：提出図書）には「シーラントは差込み深さに従ってあらかじめ工場側で固定していくので、現地ではシーラント位置をずらさないように注

意する」との注意書きがあった。一方、下請メーカの据付要領（予熱配管ヒータ施工要領書：元請メーカ承認図書）は、「シーラントは差込み深さに従ってあらかじめ工場で締め付けてある」としており、上記の注意書きがない。元請メーカによると、この注意書きは、下請メーカが作成した据付要領を元請メーカがレビューした際に付け加えたものであるとのことであった。

下請メーカが CLD を据え付けした際、どちらの据付要領を使ったかについて、元請メーカに確認したが、明確にはできなかった。ただし、当時の一般的な作業手順からすれば機構に提出した元請メーカの据付要領書を使ったものと推定される。一般的に元請メーカは、機構への提出図書である据付要領書を作業者に説明し、日々、作業状況を確認する作業前 TBM（ツール・ボックス・ミーティング）を行っており、さらに、元請メーカの指導員が立会い、作業管理を行っていた。

据付要領書の注意書きのとおりに、現地で施工する際にシーラントの位置をずらさないように十分な注意が払われていれば、本事象の発生には至らなかった可能性があることを考えれば、元請メーカは、取付けを下請メーカに任せてしまっていたという点で管理上の甘さがあったと考えられる。

まとめ

シーラントが動きシースの挿入位置がずれたことの直接原因として、まず、「元請メーカは、シーラントを通常とは異なる方法で施工した」ことが挙げられる。もちろん、通常とは異なる方法で施工したり、施工に当たり何らかの工夫をしたりすること自体に問題があるわけではなく、その際、通常とは異なる方法が適用できるか否かについて十分な確認を行わなかったことが問題であった。この観点から、その根本原因としては、「元請メーカでは、使用実績のある機器を通常とは異なる方法で、あるいは工夫して施工する場合には、事前に十分な確認を行うことの重要性の認識が足りなかった」ことが挙げられる。一方、機構については、4.2.1 で述べたとおり、シースの固定方法に注意が払われておらず、したがって、シーラントの施工方法にも注意が払われていなかったものと推定される。

もう一つの直接原因としては、「据付要領書での注意書きが、元請メーカによる据え付け作業の管理で有効には機能しなかった」ことが挙げられる。この根本原因としては、「機構、元請メーカともに、設計及びそのレビュープロセス等での気付き事項を施工作業に反映させる明確なルールがなかったか、または、あってもそれが機能しなかった」ことが挙げられる。

4.2.3 シースの過挿入を工場及び現場での検査で発見できなかったことについて

試験検査の程度（項目、立会の有無等）は、設備・機器の「品質に係る重要度分類」に応じて、当該設備・機器が有する機能や構造上の特徴等を考慮して決められている。CLD についての工場及び現地試験検査の項目を確認したところ、建設時、改造工事時とも、工場試験検査ではメーカによる外観寸法員数検査が、現地試験検査では発注者である機構の立会いの下、メーカによる据付外観検査が行われたが、問題のシース

の挿入長さを確認する項目はなかった。これは、「もんじゅ」の説明によると、CLD の設計仕様に機能以外の要求事項がなかったため、構造に関しては標準的な検査項目が採用されたことによるとのことであった。一方、「ナトリウム漏えいを検出した場合は警報を発する」という機能については、導通試験、絶縁抵抗試験等、それを確認するための適切な検査が行われたことを確認した。

なお、個別の発注作業における試験検査の程度や検査項目は、元請メーカから提案され、機構が承認するプロセスとなっている。

シース挿入長さに関しては、下請メーカは、前述のように工場製作時にシース挿入長さを mm 単位で個々に設定していたが、挿入公差は設けられておらず、図面上の記載も参考寸法（カッコ書き）にしていたことから、挿入位置にそれほど注意を払っていなかったものと推定される。

また、元請メーカへのインタビューによれば、元請メーカは、現地据付時に検出器先端の電極が弁棒等に接触したり電極に断線が生じたりする異常があれば、その後に実施される絶縁抵抗試験や導通試験の際に異常警報（誤警報）が鳴るということで、そうした不良は発見できると考えていたとのことであった。さらに、シーラントはいったん締め付けた後には分解しても動かないものと思い込んでおり、シースの挿入長さを確認する必要はないと考えていたとのことであった。

まとめ

シースの過挿入を工場及び現場での検査で発見できなかったことの直接原因として、「施工後の現地試験検査でシースの挿入長さを確認する検査項目がなかった」ことが挙げられる。これに対する根本原因としては、以下の事項が挙げられる。元請メーカは、シーラントは動かないものと思い込んでおり検査でシースの挿入長さを確認する必要はないと考えていた。一方、機構は、検査に際し、CLD には技術基準等による構造に関する設計上の要求がないため、検出器シースが差し込み構造になっているという CLD の構造上の特徴に注意を払わなかった。さらに、機構に、設計のレビュープロセス等での気付き事項を施工後の検査に反映させる明確なルールがなかったか、または、あってもそれが機能しなかった。

5. 「何故、施工不良が誤警報が発生するまで発見されなかったか？」に関する分析

5.1 調査の概要

「もんじゅ」での通常保全や不適合管理等の実施状況、安全総点検の実施状況に関して、機構の現在の関係者にインタビューを行うとともに、関連する図書類を調査した。調査では、CLD に潜在する施工不良を発見できる何らかの機会があったか否か、あった場合には、何故その機会を逸したかに重点を置くこととした。

5.2 調査及び分析の結果

5.2.1 通常保全で見つからなかったことについて

CLD の通常保全について、「もんじゅ」の担当者より以下の説明を受けた。

CLD については、原子炉設置許可申請書に記載されている設計の基本的考え方に基づく設計の要求事項において安全機能の要求はあるものの、検出器として動的機器を使用しているものではなく、保守計画は系統及び機器の機能喪失発見後に要求機能遂行状態に修復させる「事後保全」管理としている。「もんじゅ」では、「建設段階における保守管理の重要度管理要領」(平成 16 年 9 月)において、「長期低温停止状態を考慮した場合、事後保全でも原子炉の保安を確保できるものは、運転再開時に点検を実施することを前提に、事後保全とすることができる。」と規定しており、事後保全とするに当たっては、運転再開前に点検することを前提としている。

なお、「もんじゅ」は、ナトリウム漏えい検出器の健全性の確認用として、ナトリウム情報処理盤（監視盤）を設置しており、CLD の通電状態を自動監視するシステム（1 次冷却系は 5 分毎に絶縁抵抗を監視、2 次冷却系は 2 時間毎に断線を監視）が導入され、日常から断線確認等の電気的な自己診断を実施しており、故障等が頻発するものではないという認識であった。

「もんじゅ」は現在、使用前検査受検中（試運転開始前）であり、国の定期検査、定期自主検査はなく、設備健全性点検計画に従って設備等の保持のための点検が行われている。CLD は平成 19 年に、試運転再開前確認として、メーカによる導通確認、絶縁抵抗測定が行われ、また、機構においては警報試験を実施しているが、機能確認が主体であり、機能以外は確認の対象にはならなかった。

まとめ

CLD は運転再開時に点検を実施することを前提に事後保全と位置付けられたが、これまでの点検では機能以外は確認の対象にならなかった。すなわち、日常保全で潜在する施工不良を発見できる可能性は低かったと言える。したがって、本件は、CLD の施工不良を未然に発見できなかった原因を構成する要素とはなっていないと考えられる。

5.2.2 安全総点検で見つからなかったことについて

安全総点検について、「もんじゅ」の担当者より以下の説明を受けた。

平成 7 年 12 月の「もんじゅ」2 次主冷却系ナトリウム漏えい事故を受け、事故の原因究明を行うとともに、事故で明らかとなった反省点や教訓を基に「もんじゅ」の設備、手順書全般、品質保証活動等について点検し、「もんじゅ」の安全性、信頼性をより一層向上することを目的として安全総点検（平成 8 年 12 月～平成 10 年 3 月）が実施された。

安全総点検でのナトリウム漏えい検出設備に係る点検としては、ナトリウム漏えいが発生した場合の早期検出、拡大防止、影響緩和の観点から従来の設計要求事項に追加すべき事項を明らかにするとともに、それらを満足するための具体的な改善が検討された（別添 4 参照）。

具体的に CLD については、始めに、原子炉設置許可申請書や技術基準に記載されている設計の基本的考え方と設計要求事項を確認している。設計要求事項としては、

機能に関する要求はあったが MJ 基準から構造に関する要求はなかった。

次に、もんじゅ２次系ナトリウム漏えい事故、先行炉の事故・故障等から得られた最新知見に照らし、設計要求事項に抜けがないか、安全性向上につなげるために追加する事項があれば設計要求事項に反映させるといった視点の点検も行われたが、CLD に関しては反映すべき知見が認められなかった。

これらのことから、設計要求事項が設備の設計条件として系統設計仕様書、詳細設計等に展開され、製作・据付、試験・検査の各段階に反映されていることを確認する点検では、CLD の計測器リストに従って設置場所の確認と、建設時の試験検査記録（単体機能試験結果成績書）に基づき機能に関する要求（警報が出力されること）を確認した。現場点検においては、漏れてきたナトリウムによる検出器への影響に問題がないことを確認したが、機器構造、施工方法、及び据付状況の確認はしなかった。

なお、先行炉の事故・故障等の調査では、「常陽」の運転経験が適切に反映されているかという視点で、約 650 件の故障等の情報の検討が行われたが、ナトリウム漏えい防止に重点を置いていたことや、「常陽」の CLD に不具合はなかったことから、CLD の比較、検討はなされなかった。

まとめ

CLD には、設計要求として機能に関する要求はあったが、MJ 基準による構造に関する要求はなかったため、据付状態等施工管理上の点検、確認はなされなかった。すなわち、CLD については据付状態等施工管理上の点検、確認は安全総点検の点検範囲外であったと理解できる。したがって、本件も、CLD の施工不良を未然に発見できなかった原因を構成する要素とはなっていないと考えられる。

ただし、安全総点検実施当時、「もんじゅ」に多数設置されている多種のナトリウム漏えい検出器（CLD を含む。）の弁、機器への取付け図等は元請メーカには存在していたが、機構には提出されておらず、保守に必要な情報はメーカにその都度、問い合わせをするとしていたことから、機構はこれらの構造や施工方法、施工状況について十分には把握していなかった。この時点で、そのことに疑問を持つ者がいれば、図面等を元請メーカから取り寄せて確認したり、代表的な CLD を引き抜いて施工状況を確認したりすること等が行われた可能性はあった。この点については、6.の組織要因の分析の対象として取上げることとする。

5.2.3 CLD に関する不適合管理等で発見されなかったことについて

ナトリウム漏えい検出器に関する不適合事象は、これまで 2 件発生しており、それらについての事実関係を調査した。

1 件目は、平成 17 年 8 月に、2 次メンテナンス系のシーラント型 CLD で絶縁抵抗が低下したことにより、監視システムで異常警報が発報した不具合である。当該 CLD はシーラント型で、配管の外周部に設置されたものである。発生当日は換気空調が停止し、湿度が高く、室内に結露している状態が見られた。保守担当課は、CLD 取扱マニュアルの湿分による影響と一致する症状と判断し、対策として配管の予熱ヒータ

を作動させ、絶縁抵抗値が正常（10kΩ以上）に回復したことを確認した。ただし、原因が容易に判明したため、CLD を引き抜いて点検、補修等をすることはしなかった。なお、当該不適合は、不適合管理上の扱いではグレードⅣであり、グレードⅢ以上で行われる原因究明と是正処置を行う必要はなかった。

2 件目は、平成 19 年 5 月及び 8 月に、2 次主冷却系のナトリウム漏えい検出器の一つである放射線イオン化式検出器(RID)で発生した誤警報に関する不適合である。本件は不適合のグレードⅡであったことから、不適合管理要領に従って、検出回路の接触の不備として原因を究明し、是正処置が取られている。ただし、RID と CLD とは検出方法及び構造が全く異なることから、水平展開として CLD を点検することはなかった。

まとめ

これまで、ナトリウム漏えい検出器に関する不適合は 2 件起きているが、何れも適切に対処されており、今回の施工不良を発見できるような対策が取られる可能性は低かったと考えられる。したがって、本件も、CLD の施工不良を未然に発見できなかった原因を構成する要素とはなっていないと考えられる。

5.2.4 シーラントに関するメーカの不具合情報、手順変更等に関する情報を収集・反映するプロセスで発見されなかったことについて

「もんじゅ」が行った調査によれば、下請メーカは、銅製シーラントを使用したシーラント固定部でシーラントが移動した(内圧でシースが押し出された)事象が確認されたため、平成 8 年に、シーラント取扱説明書で金属(銅およびステンレス)製シーラントを使用している固定部の押しねじの締付回転量を増す改訂を行った。締付回転量については、同取扱説明書に締付管理量が記載されており、その初版（昭和 63 年版）では 1/4～1/2 回転とされていたが、改訂版（平成 8 年版）では 1/2～3/4 回転に変更されている。この改訂理由は銅製シーラントの耐圧要求によるものであるが、管理の容易化のため、SUS 製のシーラントについても適用したとのことであった。予備締め及び再締め付けの管理については、両者とも明確な記載はないとしている。改造工事で CLD を増設した際（平成 17 年）には、元請メーカは、この下請メーカの変更情報の提供は受けておらず、下請メーカが取扱説明書の改訂周知を行ったというエビデンスの確認もできなかった。また、この情報は機構にも提供されていない。ただし、「もんじゅ」の説明では、他プラントでの不具合事例等について、元請メーカが自主的に情報を機構に提供したり、また、機構から元請メーカに問い合わせをしたりしてきているとのことであった。

なお、現在は、保安活動の品質保証計画に関する平成 19 年の研究開発段階炉規則の一部改正を受けて、平成 19 年 12 月、メーカは納入した設備・機器の維持、運用に必要な技術情報（他施設で起きた不適合に関する情報等を含む）を発注元に提供するよう、保安規定の品質保証において調達要求として定め、これ以降の物品調達の契約仕様に含めるルールとなっている。

まとめ

平成 8 年の取扱説明書改訂に至った理由や取扱説明書の改訂内容を元請メーカが認識しそれを速やかに機構に伝達していれば、シーラント型 CLD を引き抜いて検査した可能性はあったと考えられる。したがって、そうした情報が伝達されなかったことは、今回の事象の原因を構成する重要な要素であると考えられる。この直接原因は、「当時は、機構には、元請メーカが納入した設備・機器について、その維持、運用に必要な技術情報（他施設で起きた不適合に関する情報等を含む）を元請メーカから入手する品質保証上のルールがなかった」ことにあると考えられる。

その根本原因は、「機構は、そうした技術情報を元請メーカから入手することの重要性を認識していたものの、それをルール化するまでには至らなかった」ことと推定する。

5.2.5 改造工事での CLD 増設時（平成 17 年）に見つからなかったことについて

ナトリウム漏えい対策のための改造工事では、2.2 で述べたとおり、1 次系に 9 個の CLD が増設された。この際、建設時と同じ設計仕様で同じ元請メーカに発注され、同じ下請メーカが建設時と同じ仕様で製作をし、現地据付工事をし、検査においても機能確認の検査が中心となった。

現地据付工事については、「もんじゅ」及び元請メーカの説明によると、設置する CLD の個数が少ないこと、シース挿入長さについての仕様がすべて同一であったことから、現場でシーラントの位置を決め固定する通常の方法が採用されたとのことであり、これらにはシースの過挿入は起きていない。

まとめ

増設に際しては、建設時と同じ設計及び製作方法が採用され、特段の見直し検討等はなされていない。これは、それまで CLD に問題が認められていないことを考えれば理解できる。また、シーラントの据付けについては、通常の方法が採用され、シースの過挿入は起きていない。これらのことから、改造工事時に、潜在する CLD の施工不良を発見できた可能性は低かったと考えられる。したがって、本件についても、CLD の施工不良を未然に発見できなかった原因を構成する要素とはなっていないと考えられる。

6. 組織要因の分析

6.1 分析対象の抽出

「何故、シースの過挿入という施工不良を未然に防げなかったか？」に関しては、4.で述べたとおり、以下の個別事象ごとの根本原因を同定した。

- 機構は、CLD には技術基準等による構造に関する設計上の要求がないため、機能が確保されれば、その設計には多様なものがあってよいと考えており、シース挿入長さやシースの固定方法、その施工方法に注意が払われていなかった。

・ 元請メーカでは、使用実績のある機器を、通常とは異なる方法で、あるいは工夫して施工する場合には、十分な確認を行うことの重要性の認識が足りなかった。
・ 機構、元請メーカともに、設計のレビュープロセス等での気付き事項を施工作業やその後の検査に反映させるルールがなかったか、または、あってもそれが機能しなかった。
・ 元請メーカは、シーラントは動かないものと思い込んでおり施工後の検査でシースの挿入長さを確認する必要はないと考えていた。一方、機構は、CLD の設計仕様に機能以外の要求事項がなかったため、施工後の検査で、検出器シースが差し込み構造になっているという CLD の構造上の特徴に注意が払われなかった。

組織要因の分析では、上記個別事象ごとの根本原因の背後にある機構のマネジメントに係る要因や組織の中に長期にわたり形づくられた思考形態・行動様式等に係る要因を分析する。ただし、上記の個々の項目の細部に拘ることなく、機構による設計、製作及び施工に関するレビュー及び検査の有効性に着目して、包括的な分析を行うこととした。

次に、「何故、施工不良が誤警報が発生するまで発見されなかったか？」に関しては、組織要因が重要と考えられる事項として、5.2.2 で述べたとおり、安全総点検時に、「機構は多数設置されている多種のナトリウム漏えい検出器（CLD を含む。）の構造や施工方法、施工状況等について十分には把握していなかった」ことが挙げられる。これについても分析の対象とすることとした。

6.2 分析方法

分析チームは、6.1 に示した分析対象を提示した上で、「もんじゅ」の幹部、施工管理及び品質管理を担当する課の職員等と討議するとともに、「もんじゅ」側に自己分析の実施を依頼した。その際、建設当時（平成 3 年）における「もんじゅ」の組織について検討することは有意義とは考えられないことから、改造工事時（平成 17 年）以降の組織を対象として検討することとした。

上記の過程では、参考 2 に示す 6 つの組織要因のうち、「組織心理要因」、「経営管理要因」及び「中間管理要因」に焦点をあてることとし、「集団要因」及び「個人要因」については対象外とした。これは、6.1 に示した分析対象については、個人に係る要因や、「集団間・内のコミュニケーション」等の要因が重要な役割を果しているとは考え難いことによる。

6.3 分析結果

「もんじゅ」側が実施した自己分析の結果は以下のとおりであった。

(1)「組織心理要因」に関して

「もんじゅ」では、建設当時から品質保証システムの構築に着手し、平成７年 12 月の２次系ナトリウム漏えい事故の教訓を通して品質保証体系・活動の改善等を行い、その確立に努めてきた。その後、平成 16 年 4 月の JEAC4111-2003 の取り入れに伴い、これらを継承し、JEAC に従った品質マネジメントシステムによる運用を行っている。このような背景を持つ「もんじゅ」の組織風土については、ルール遵守の意識が高く、ルールに則り計画に従って自分の役割を果たし、業務を遂行していくということを最優先している。しかし、ルールが定められた根拠、意味を考える等、ルールを含めたこれまでの実施方法について問題点を探し出し、問題があると認識したときに組織的に改善する意識が不足している。

(2)「経営管理要因」に関して

品質保証のプロセスは確立されており、ルール遵守の重要さは強調されてきたが、ルールの根拠、意味（例えば検査の意味・役割）を考えることや、ルールの弱点を見つけ改善することの重要さは強調されてこなかった。

(3)「中間管理要因」に関して

ナトリウム漏えい対策工事にあたっては、ナトリウム漏えい事故の反省を踏まえて見直した設計管理に係る要領に従って実施した。それにより、ドレン機能強化にかかる工事や、総合漏えい監視設備等について、設計管理要領に基づいた設計審査を行うとともに、試験・検査の管理要領に基づいた検査等を行い、原子力機構自身により妥当性を確認している。しかし、改造工事では、それまで大きな問題が生じていない CLD 等既設品と同じ設計の機器については建設当時と同じ管理でよいと考えた。このことは、問題が生じたことへの対応はされるが、問題の発生を予防する取組みが浅い傾向があることを示している。

また、計装品については対象が多いことから、取付け構造等詳細な情報は、必要な都度メーカから入手すればよいとの考えがあった。

7. 得られた教訓と提言

分析チームは、施工不良が発生し、それが誤警報の発報まで発見できなかった原因を系統的に分析するとともに、背後にある組織要因については「もんじゅ」に自己分析を依頼しその結果を基に分析を進めてきた。今回の分析を通して、(1)類似な事象の発生防止の観点、(2) 潜在する不適合を未然に発見するという観点から以下の教訓が得られた。併せて、それらを踏まえ提言を取りまとめた。

(1) 類似な事象の発生防止の観点からの教訓

今回の事象から得られた最も重要な教訓は、CLD のように設計要求として機能以外のものがない機器に何らかの不適合が発生し、それが施工後の検査で発見されずに潜在していたような場合、その発見が極めて困難になると言うことである。これは、

その後の点検や検査では機能の確認が中心に行われるためである。したがって、その発生を防ぐことが重要ということになる。この観点からは以下の具体的な教訓が得られた。

1) 実績のある機器を使用する場合でも、それを通常と異なる方法で使用する場合には、十分な確認を行うことが必要である。
2) 設計や製作のプロセスでの気付き事項等を、着実に施工や施工後の検査に反映させる仕組みを作り、機能させる必要がある。また、施工後の検査では、技術基準等による構造に関する設計上の要求がないような場合でも、検出器シースが差し込み構造になっているといった構造上の特徴を確認する仕組みを作り、機能させることが重要である。
3) 上記 1)、2)を実現するためには、発注元である機構が、元請メーカによる機器の設計、製作、施工の各プロセスに積極的に関与しレビューし議論する必要がある。

(2) 潜在する不適合を未然に発見するという観点からの教訓

「何故、CLD に潜在する施工不良が、誤警報が発生するまで発見されなかったか？」という観点からの分析では、CLD に対して実施された検査等ではその機能の確認が中心になされたこと、CLD が事後保全と位置付けられたこと等からその発見に至らなかったことが分かった。他施設で起きた不適合を契機としてなされた下請メーカによるシーラントの取扱説明書の改訂（平成 8 年）は、潜在する施工不良を未然に発見する機会となる可能性はあったものの、その情報が下請メーカから元請メーカに伝達されず、そうした機会とはならなかった。

このことから得られた教訓は、いったん潜在化した不適合を未然に発見することは困難であり、他プラントや他産業等で起きた不具合等の経験を反映することや、自プラントの不適合管理のプロセスで発見しようとすること以外には有効な手段はないということである。

(3) 提　言

「もんじゅ」は、上記の教訓を参考として、現実的に実施可能、かつ有効な対策について検討し実行することを期待する。

また、「もんじゅ」が実施した組織要因に関する自己分析の結果を受け、以下の事項を提言する。

1) 規範（ルール）遵守の意識が高く、そのため組織全体として、ルールや実績に則り個人の決められた役割を果たそうとする意識が強く、問題が顕在化する前に、それを予防する取組みが浅い傾向が認められる。ルール遵守を基調とする安全文化から、より高いレベルの安全文化の醸成に向けて、改めて品質マネジメントシステムのルールの根拠や意味を考え、問題点を探し出し、

改善しようとする個々人の意識の醸成に努めることを期待する。

2) 「もんじゅ」は使用前検査の受検中であり、今後、試運転を行っていくことを念頭に置き、メーカを信頼し、任せてよいといった考え方から、自らの設備、機器をよく知り、弱点を見つけて改善しようとする、いわゆる「マイプラント意識を持つ」という考え方への更なる転換が必要である。限られた人的、経済的資源の中でこれを実現するために何が必要かを組織全体で議論し、その実現に向けた中長期的な計画を明確にすることを期待する。

別添１

根本原因分析チームの構成員

リーダー：平野　雅司　（安全研究センター　副センター長）
メンバー：小林　孝良　（経営企画部 次長）
岩田　　昇　（安全統括部 技術主幹）
白土　清一　（敦賀本部　安全品質推進部 技術主幹）
山内　辰也　（ふげん安全品質管理課長）
鈴木　士郎　（もんじゅ品質保証課 技術副主幹）

事務局：施設品質課
山口次長（課長）、助川課長代理、尾又技術副主幹

取り組みの経緯等

（１）　会　　合
・第１回　平成 20 年 5 月 09 日（於東海本部　TV 会議）
・第２回　平成 20 年 5 月 21 日（於敦賀本部）
・第３回　平成 20 年 5 月 23 日（於東京事務所　TV 会議）
・第４回　平成 20 年 6 月 25 日（於東海本部　TV 会議）
・第５回　平成 20 年 7 月 04 日（於東海本部　TV 会議）

（２）　もんじゅ現地調査
・第１回　平成 20 年 5 月 20 日（設計、調達、施工管理、現場確認）
・第２回　平成 20 年 6 月 04 日（保守担当課へのインタビュー）
・第３回　平成 20 年 6 月 16 日（幹部、元請メーカ等へのインタビュー）

（３）　外部説明
・専門家への意見聴取会（平成 20 年 5 月 27 日、平成 20 年 6 月 9 日）
・第 13 回もんじゅ安全性確認検討会（平成 20 年 6 月 5 日）

別添 2

ナトリウム漏えい検出器の種類と安全機能の重要度分類について

「もんじゅ」で採用されているナトリウム漏えいを検出する検出器には、本件の接触型検出器（CLD）の他に、ガスサンプリング型検出器（ナトリウムイオン化式検出器（SID)、差圧式検出器（DPD）及び放射線イオン化式検出器（RID)）、液面計、温度計及びセルモニタ（煙検知型、熱検知型）がある。このうち、安全保護系である工学的安全施設作動設備（原子炉ナトリウム液面計、ガードベッセル内漏えいナトリウム液面計、原子炉格納容器床下雰囲気温度計他）に区分されているものの安全機能は MJ 基準（高速増殖炉もんじゅ発電所　一般設計条件書）の「安全上重要な設備の範囲」で異常影響緩和系（MS）のクラス 1（MS-1）*に分類されている。安全保護系の工学的安全施設作動設備に区分されていないが、ナトリウム漏えい時に当該エリアの換気空調設備を停止するインターロック機能を有するセルモニタの安全機能は MS-2 に分類されている。CLD を含めその他の検出器は、漏えいを検知して警報を発する安全機能を有しているが、インターロック機能を持っておらず、その安全機能は MS-3 に分類されている。

CLD は、ナトリウムバウンダリの外に設置されており、気密性や耐圧性等の要求がないことから、「漏えいを検出して警報を発する」という趣旨の機能要求はあるが、技術基準等による構造に係る要求事項はない。

なお、CLD には、固定方法に着目すると、検出器を設置する設備の重要度や場所（エリア）及び製造メーカの設計思想によって、シーラント型の他に、ねじ込み型やベルト固定型等がある。

*:「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」参照。なお、同指針には、MS-3 に属する構造物、系統及び機器については、「一般産業施設と同等以上の信頼性を確保し、かつ、維持すること」と記載されている。

別添３

接触型ナトリウム漏えい検出器（ＣＬＤ）の設計上の要求事項について

原子力安全委員会の安全審査指針「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」（昭和 55 年 11 月、平成 13 年 3 月一部改訂）において、安全設計上、ナトリウムでは「化学的に活性であるためナトリウム火災対策等を考慮した設計が必要であること」及び原子炉冷却材バウンダリでは「冷却材の漏えいがあった場合、その漏えいを速やかに、かつ、確実に検出できる設計が必要であること」が求められている。

機構はこれを受けて、原子炉設置許可申請書に基づく「もんじゅ」の設計として、基本設計段階に整備されたＭＪ基準（高速増殖炉もんじゅ発電所　一般設計条件書）により、CLD はその中の「ナトリウム漏えい検出系設計指針」及び「ナトリウム漏えい検出設備選定指針」によって、設計上の要求事項を定めている。

検出システムは、接触型、ガスサンプリング型、その他（温度計、液面計及び煙検知器等によるモニタリング等）の検出システムを選定対象として、その中から適切なものを選択するものとしている。設計指針では、ＣＬＤは接触型としてナトリウムの小漏えい（1～１×10^3kg/h）程度の規模の漏えいを検出するものとし、耐震設計上は耐震 C クラス（プロセス計装として位置付けられるナトリウム検出設備）である。また、選定指針では①検出器単体の検出感度、②検出システムの構成、③注意事項等の主な設計上の要求事項が以下のように定められている。

これにより、ナトリウム漏えい検出器には「漏えいを検出して警報を発する」という機能に関する要求があるものの、構造に係る要求事項はない。

①検出器単体の検出感度

検出最小量：ナトリウムが電極位置に到達する時点に検出信号が発生するものとし、具体的な値は定めない。

②検出システムの構成

検出器は計測制御盤から断線チェックが可能なこととする。

③注意事項

(a) 検出器はナトリウムの溜まりやすい箇所に設置すること。

(b) チリ等によって電極部が覆われないように工夫すること。

(c) 大型機器で漏えい部の位置検出能力を期待する必要があり、かつ他の方式がない場合は受け皿等を設けてそこに設置すること。

(d) 特に、ワイヤー型の場合は検出器と配管及び保温材間等の熱膨張差を考慮して設置すること。

なお、製造メーカは、このような設計上の要求事項を受けて、各社毎に設計仕様書を作成し、機構（当時の動力炉・核燃料開発事業団）はこれを承認している。本件に係わる元請メーカも同様である。

別添４

もんじゅ安全総点検におけるナトリウム漏えい検出設備の点検について

安全総点検は、事故の反省や教訓に基づいて「もんじゅ安全総点検に関する実施計画書」を策定し、設備・システム全体、運転手順や品質保証のしくみや活動等について点検を進め、安全性、信頼性向上の観点から改善すべき課題を摘出し、改善策を検討した。この安全総点検の実施に当たっては、科学技術庁の安全性総点検チームに点検計画、実施状況及び結果を報告し、指摘事項を点検内容に反映するとともに、幅広い分野からなるアドバイザリーグループ及び軽水炉での経験を有する電力関係専門家からの指導、助言も反映しながら進められた。

（別添５「もんじゅ安全総点検に関する時系列」参照）

安全総点検では、①ナトリウム漏えい関連設備を中心とした点検、②もんじゅ設備の設計から運用に至るまでの点検、③運転手順書等の点検、④研究開発成果、技術情報の反映の点検、品質保証体系・活動の点検、の５つの柱を設定した。うち、①のナトリウム漏えい関連設備を中心とする点検は、a)流力振動に対する健全性点検、b)ナトリウム内包壁の健全性点検、c)漏えいの早期検出、拡大防止および影響緩和に関する点検を実施している。ナトリウム漏えい検出設備はこの c)項に含まれ、設計の基本的考え方が設計要求事項に具体化され、製作・据付・試験・検査の各段階に継承されていること等、次の事項を確認する点検を実施している。

（１）原子炉設置許可申請書における設計の基本的考え方と設計要求事項とが整合していることを確認する。

（２）設計要求事項を、もんじゅ２次系ナトリウム漏えい事故及び先行炉の事故・故障等から得られた最新知見に照らして、設計要求事項に抜けがないか、また、安全性向上につなげるために追加する事項はないかを点検する。

（３）設計要求事項が設備設計条件として系統設計仕様書等に展開され、詳細設計、製作、試験検査等の各段階に適切に反映されていることを関連する書類（構造/耐震設計条件書、設工認申請書、機器構造図、製作図、施工図、試験検査成績書）により確認する。

CLD については、（１）の設計要求事項に関しては設置許可申請書（添付書類八「ナトリウム漏えい検出設備」）、系統設計仕様書、MJ 基準の記載から「ナトリウム漏えいを検出し、中央制御盤に警報を発する」を確認した。また、（２）のナトリウム漏えい事故及び先行炉の分析結果からは設計要求事項の内容に追加する事項は見出されなかった。このため、（３）は「ナトリウム漏えいを検出し、中央制御盤に警報を発する」という設計要求事項が製作・据付、試験・検査の各段階に反映されていることを試験検査記録等で確認するとともに、漏えいしたナトリウムにより検出手段を喪失する恐れがないかどうか現場点検で問題ないことを確認した。この時、機器構造、施工方法については設計要求事項としての要求がなかったため、それらの確認は行われなかった。

参考1

根本原因分析に対する国の要求事項について
（出典：事業者の根本原因分析実施内容を規制当局が評価するガイドライン）

平成１９年1月２５日
原子力安全・保安院

１．基本的考え方

根本原因分析に関する要求事項として、事業者の保安活動において、最低限遵守しなければならない内容を規制上明確にするために、規制当局が定めるものである。

２．要求事項の規制における位置付け

根本原因分析は、品質保証における不適合事象の原因、特に組織要因を特定するための活動である。根本原因分析に対する要求事項を具体化することによって、事業者においては、不適合事象の再発防止、未然防止のための具体的な取り組みが可能となり、原子力安全のより一層の確保を促すことができる一方、規制当局にとっては公平かつ客観的な検査を行うための判断基準となるものである。

３．要求事項

根本原因分析に対する国の要求事項を、以下のとおり定める。

①根本原因分析の実施にあたっては、分析主体の中立性、分析結果の客観性及び分析方法の論理性が確保されることを確実にすること。

②安全に重大な影響を与える事象については、適切な是正処置及び予防処置を行い、再発防止を確実にするため、その事象ごとに根本原因分析を実施すること。

③安全に重大な影響を与える事象以外の事象にあっては、是正処置を講じた後、蓄積されている不適合等に関するデータを分析し、起こりうる不適合の発生を防止する予防処置を講ずるため、必要に応じて、根本原因分析を実施すること。

④是正処置及び予防処置は、根本原因分析結果に対応した適切なものであり、又、具体的な実施計画を明確にし、確実に実施すること。

参考2

根本原因分析における組織要因の視点
（出典：事業者の根本原因分析実施内容を規制当局が評価するガイドライン）

報告された事象に応じて、根本原因分析が組織要因とその因果関係の視点を考慮した体系的な分析となっていることを確認するための根本原因分析における組織要因の視点の例を以下に示す。なお、分析にあたってはこれら組織要因間の因果関係を考慮すること。

1 外部環境要因

当該組織の外部環境に関わる要因で、「経済状況」、「規制の対応方針」、「外部コミュニケーション」、「世評」等が当該組織に与えた影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。

2 組織心理要因

組織（全社、発電所、課、グループ，班等の各集団レベル）の中に長期にわたり培われ形づくられた思考形態・行動様式等として、組織構成員の共通の価値観となり、意識、認識、行動となって顕れるもの(注)に関わる要因で、それが事案に関係する時に組織要因の候補となる。（注）組織風土と呼ぶ。

3 経営管理要因

本社の経営管理に係る要因で、「トップマネジメントのコミットメント」「組織運営（経営状況、組織構造、組織目標・戦略、本社の意思決定等）」「人事運営」「社是やコンプライアンスの標準・基準」「本社と発電所のコミュニケーション」「自己評価（又は第３者評価）」等の不適切さや具体性、実効性が無いことが事案に関係する時に組織要因の候補となる。

4 中間管理要因

発電所の管理運営に係る要因で、「部署レベルの組織運営（目標・戦略、QMS の構築、マニュアルの整備等）」「ルールの遵守」「学習する組織（技術伝承、運転経験の反映等）」「人事管理」「コミュニケーション」「調達管理（協力会社とのコミュニケーション及び管理）」「組織構成に係る人的資源管理（役割・責任、選抜・配置、力量、教育訓練）」「技術管理」「作業管理」「変更管理（組織変更時の管理、作業の変更管理等）」「不適合管理」「是正処置」「文書管理」等の不適切さや具体性、実効性が無いことが事案に関係する時に組織要因の候補となる。

5 集団要因

組織の各階層を構成する集団（例：経営層、部、課、当直班，作業チーム等）に係る要因で、「集団間・内のコミュニケーション」、「集団の知識・学習」「集団浅慮や属

人主義的意思決定」等の悪い影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。

６ 個人要因

組織・集団を構成する個人(従業員や管理職)に係る要因で、「知識・技能」「リーダーシップ」「安全に対する意欲、慎重さ」「管理の意欲」「現場作業者への配慮」「モチベーション、ストレス」の欠陥等の影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。

別添１１－２

もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検体制等

に係る根本原因分析に関する報告書

平成 21 年 2 月 27 日
平成 21 年 3 月 31 日

もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検体制等
に係る根本原因分析チーム

目　次

1. はじめに

2. 事象の概要

3. 分析の進め方
3.1 分析の方針
3.2 採用した分析手法等
3.3 組織要因の分析

4.ナトリウム漏えい検出器の点検体制等の不適合事象についての分析
4.1 調査の概要
4.2 調査及び分析の結果
4.2.1 ナトリウム漏えい検出器の保守管理について組織的な対応ができなかったことについて
4.2.2 イオン・マイグレーションに起因する絶縁低下の不適合管理が十分できなかったことについて
4.2.3 前回の根本原因分析結果への影響について

5. 組織要因の分析
5.1 分析結果

6. 全体を通して得られた共通の教訓と提言

添付資料
別添１　根本原因分析チームの構成員

参考１　根本原因分析に対する国の要求事項について（出典：規制当局が評価するガイドライン）
参考２　根本原因分析における組織要因の視点（出典：規制当局が評価するガイドライン）

1. はじめに

平成 20 年 3 月 26 日、１次メンテナンス冷却系原子炉容器入口１次止め弁内部の接触型ナトリウム漏えい検出器（以下「CLD」という。）から誤警報が発報した。本不具合は、当該ナトリウム検出器の施工不良が原因で発生した事象であり、その点に着眼した根本原因分析が実施された[1]。

その結果（①類似事象の発生防止、②潜在する不適合を未然に発見する取組み、③安全文化の醸成について）は、「もんじゅ」に係る改善のための行動計画[2]に反映された。

しかしながら、平成 20 年度の第 2 回保安検査では、点検のための十分な体制構築ができなかったことや点検リストのチェックが不十分であったことなどから、先の根本原因分析において「組織・体制の観点も含めた要因と対策の検討が不十分であった。」との指摘を受けるに至った。

また、平成 20 年９月６日に２次系オーバーフロータンク(A)の CLD で警報が発報（誤警報）し、「もんじゅ」の調査では検出器の絶縁低下による不具合と判明したが、過去にも同種の不具合を含むナトリウム漏えい検出器に係る不具合が数多く起きていたことが確認された。このため、同保安検査において、先の根本原因分析に過去の不適合事象が挙がっていなかったことによる根本原因分析の充実（影響確認）と、不具合事象の十分な原因究明とこれに基づく適切な対応を行うよう、指摘を受けた。

これらを踏まえ、安全統括部長は、平成 20 年 11 月 14 日、「不適合等の根本原因分析に係る手順」に従って、「もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検体制等に係る根本原因分析チーム」（以下「分析チーム」という。）を設置し、同チームに対し、①ナトリウム漏えい検出器不具合に係る点検体制上の課題とその対応、②ナトリウム漏えい検出器に係る保全管理と過去の不具合事象への対応、及び③その他分析チームが必要とする調査事項について、中立的な立場から根本的な原因（組織要因を含む。）を分析するとともに、それに対する是正事項または検討事項について提言することを諮問した。

図 1 に、分析チームの組織上の位置付けを示す。安全統括部長は、機構の分析手順に基づき分析チームのメンバーを人選した（別添１参照）。その際、分析対象事象に直接関与しない部門から人選することを基本とし、情報収集等を行うため、中立的な立場で活動が行える範囲で「もんじゅ」の職員もメンバーに加えた。

分析チームは、①関連する図書類の確認、②現地調査（「もんじゅ」の幹部を含む関係者への聞き取り）を行い、何故十分な点検体制が構築できなかったのか、何故過去に発生した不具合事象に起因するナトリウム漏えい検出器の誤警報を防止できなかったのかに関する原因を深く分析するとともに、背後にある組織要因の分析を行った。なお、「もんじゅ」は、この根本原因分析に対応するため、平成 20 年 11 月 26 日、「もんじゅ対応チーム」を設置し、これまでの点検経緯や過去の不具合事象の処置状況について、分析チームに事実関係の情報

を提供した。

本報告書は、分析チームが実施した分析の結果及びそれを踏まえて得られた教訓と提言について取りまとめたものである。

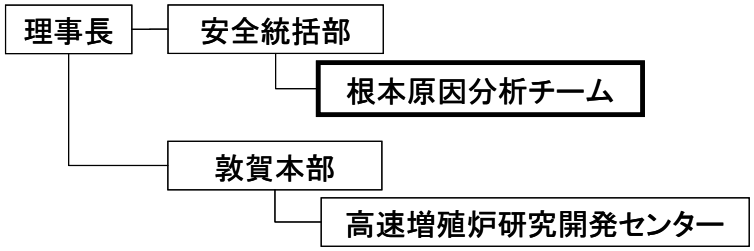

図１　分析チームの組織上の位置付け

参考資料：

（１）「もんじゅ１次メンテナンス冷却系ナトリウム検出器の不具合に係る根本原因分析に関する報告書」（平成 20 年 7 月 7 日）

（２）「高速増殖原型炉もんじゅに係る平成 20 年度第 1 回保安検査（特別な保安検査）における指摘に対する改善のための行動計画について」（平成 20 年 7 月 31 日）

2. 事象の概要

本事象の概要については、「高速増殖炉研究開発センター　原子炉施設　第 20 年度（第 2 回）保安検査報告書」（平成 20 年 10 月 31 日）の個別検査結果（別冊）から、指摘を受けた該当部分「3.検査結果の評価」を引用する。

> 3.検査結果の評価
>
> (2)ナトリウム漏えい検出器に係る点検等
>
> 本年 3 月の 1 次系ナトリウム漏えい検出器不具合に関連する検出器等の点検個数が不明確であったが、原子力機構は、これまでの点検内容を見直し、検出器の種類ごとに点検対象が明確にされていた。しかし、ナトリウム漏えい検出器不具合に係る根本原因分析では、組織・体制の観点も含めた要因と対策が不十分であった。
>
> また、9 月 6 日に 2 次系 CLD から検出器の絶縁低下による誤警報が発生し、これに関連してこれまでのナトリウム漏えい検出器に係る不具合を確認したところ、特別な保安検査期間中に、これまで公表されているもの以外に 12 件の不具合の説明があり、それぞれについて十分な原因究明とこれに基づく対策が実施されたか不明確であった。

この保安検査で指摘を受けるきっかけには、ナトリウム漏えい検出器に係る点検に関する次の２件の不適切な事象があげられる。

① ナトリウム漏えい検出器等の保守管理について組織的な対応ができなかったこと。

② 平成20年9月6日に発生した2次系CLDの絶縁抵抗低下による誤警報は、過去に発生していたイオン・マイグレーションに起因する不具合であったが、その対策が十分でなかったこと。また、過去にナトリウム漏えい検出器に係る不具合事象が多数あったことが判明し、それらの事象への十分な対策が実施されていたのか不明確であったこと。

3. 分析の進め方

3.1 分析の方針

今回の根本原因分析について、分析チームは、ナトリウム漏えい検出器に係る点検等に関して、経営者及び管理職者のリーダーシップや判断プロセスを含め、組織・体制上の要因や不適合管理に関する要因を抽出するとともに、対策について検討し、「もんじゅ」における改善のための「行動計画」に資することを目的に、保安検査で指摘を受けた不適切な２件の事象を基点として、以下の方針を定め分析を実施した。

（１）分析対象

１）何故、ナトリウム漏えい検出器等の保守管理について組織的な対応ができなかったか。

２）何故、イオン・マイグレーションに起因する誤警報の再発を防げなかったか。

３）何故、その後に多数の不適合事象が起きていたことが判明するという事態に至ったのか。（前回 RCA 結果への影響確認）

（２）各事象の要因を「直接要因」と「背後要因」に分け、背後要因に着目して、様々な角度から分析を行い、それぞれの対策を検討する。それらを組織要因の視点からさらに分析し、まとめる。なお、組織要因をまとめるに当たって、安全文化の要素の視点も加える。

（３）屋外排気ダクトの根本原因分析（「高速増殖原型炉もんじゅ屋外排気ダクトの腐食孔の確認に係る根本原因分析チーム」、平成 20 年 10 月 7 日設置）との連携を図り、資源の問題については排気ダクトの根本原因分析の調査・分析結果を参照し、重複を避け効率的に行うこととする。

3.2 採用した分析手法等

分析チームは、分析に当たり「国の要求事項」（参考１参照）に示される「実施にあたっては、分析主体の中立性、分析結果の客観性及び分析方法の論理性が確保されることを確実にすること」等を基本として、また、民間規格の「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2003）の適用指針－原子力発電所の運転段階－」（JEAG4121-2005）[2007 年追補版２]付属書「根本原因分析ガイド」（日本電気協会）に適合するよう努めた。また、十分な事実確認ができない場合には、同ガイドに記載されているとおり、「思いつきではなく、得られた他の調査結果に基づく推定をする等最善の努力をするとともに、『何を教訓として学ぶか』という視点で取組む」こととした。

選定した事象の時系列の分析を行い、見出された問題点に関して背後要因を SAFER の方法を用いて分析した（東京電力株式会社の SAFER の方法による）。この過程で、必要な関連図書類の確認、事実関係の調査を実施した。

SAFER の方法による分析では、頂上事象を基点として、今まで調査した事実に基づき、何故その事象が発生したのかをたどっていき、背後要因の連鎖構造を明確にし、その中に、見出された問題点が全て入っていること、またそれらの背

後要因が含まれていることが必要になる。単に問題点から出発するのではなく、頂上事象から出発して漏れなく事象の背後要因全体を明確にすることが SAFER の方法である。

また、抽出された背後要因の中で、マネジメントの観点から何が大きな要因なのかを最終的に検討する。そして最終的に、直接原因を取り除くための対策、根本原因を取り除くために有効な対策について検討する。

ただし、今回の分析では具体的な対策の検討は含まず、これについては、「もんじゅ」での検討に委ねることとした。

3.3 組織要因の分析

組織要因の分析については、上記の分析を進める過程で、組織的な要素が重要であると考えられる事項を抽出することとした。また、前述の SAFER の手法では、分析を進める際の視点や方法論は示されていないため、組織要因の分析では、そのための分析の視点が必要となる。そこで、「根本原因分析ガイド」に参考として示されている「根本原因分析における組織要因の視点」（参考 2）を参照し分析を行うこととした。

4. ナトリウム漏えい検出器の点検体制等の不適合事象についての分析

4.1 調査の概要

選定した３つの分析対象に対して、前回の１次メンテナンス冷却系 CLD の警報発報（誤警報）に伴う根本原因分析を踏まえ、①ナトリウム漏えい検出器の点検体制が不十分であった件に関しては、平成 20 年 4 月以降の初動対応状況を、②平成 20 年 9 月のイオン・マイグレーションに起因する 2 次系 CLD の誤警報に関しては、過去の点検状況と不具合事象の発生状況を調査した。これら調査では、関係する「もんじゅ」の幹部・管理者、関係各課の職員等への聞き取り調査を行った。

さらに、③前回の根本原因分析後に新たに判明したナトリウム漏えい検出器に関する過去の不具合事象に関して、前回の根本原因分析での不適合管理に関する結論に影響があるか否かを評価するため、「もんじゅ」が調査した個々の不具合事象の内容、その原因と対策、水平展開状況が適切かどうかを確認した。

4.2 調査及び分析の結果

調査事項の事実関係を整理する目的で、それぞれの計画段階及び不具合事象発見後の対応状況について、何がどのように起きたのかについて、関係者への聞き取り調査を実施するとともに、エビデンスを基に時系列を整理した。次に時系列から問題と思われる行為を探し出し、その背後要因を分析した。

各分析対象について、調査及び分析した結果を以下に述べる。

4.2.1 ナトリウム漏えい検出器の保守管理について組織的な対応ができなかったことについて

（１）経緯・事実の確認

平成 20 年 3 月 26 日に発生した１次メンテナンス冷却系 CLD の誤警報の原因究明は、保守担当のプラント２課が主体となり、据付メーカと調整の上で 4 月 1 日から 4 月 3 日に調査が行われた。原因は据付け上の不具合と判明したため、点検調査の範囲を同型の CLD（1 次系）としてその全数を確認することを地元自治体等に公表した。その点検調査を開始して間もなく、引き抜いた検出器 7 台のうち 4 台の先端部に曲がりが確認された。

4 月 7 日、原子力安全・保安院から、「ナトリウム漏えい検出器は、「もんじゅ」における安全対策上重要なナトリウムの管理の観点から重要な機能を担っているものであり、高い性能と信頼性が要求されるところ、類似の複数の CLD で不具合が確認されることは極めて遺憾である。」として、「すべてのナトリウム漏えい検出器の施工状況等について、構造等を踏まえて点検を行うこと、その点検計画を速やかに提出すること」等、文書により指示があった。これを受けたもんじゅ開発部長は、保守担当課長に点検計画書の原案作成を、技術課長に点検計画書のまとめを指示した。その間、ナトリウム漏えい検出器の点検範囲として、原子力安全・保安院との調整を経て、当初の接触型とガスサンプリング

型の検出器に加え、ナトリウム漏えいを検出可能なセルモニタ、液面計等、さらに当該誤警報CLDと同一の設計施工メーカが担当した計装品等の設備や当該CLDと同様に差込み構造を持つ温度計、液面計等の計装品も水平展開を行うとして加えることとした。

点検計画書は、所内の原子炉等安全審査委員会（以下「炉安審」という。）での審議を経て、もんじゅ開発部長が承認し策定された。この炉安審の審議の過程では、委員から水平展開等の点検範囲が不明確であるとの意見が出されたが、点検範囲や個数は最終的に確定するものという他の委員の意見を受け入れ、点検範囲や個数が確定していないという課題を残したまま、了承された。

「もんじゅ」は、この時点で点検調査が困難になることは予測できたが、長期停止プラントの健全性確認試験（PKS）の工程を計画通り進めることと並行して、この点検調査を行うこととし、他拠点からの要員の支援は受けることにしたが、点検調査は保守担当課による通常体制を継続した。

この点検調査は4月14日に開始され、直後から、ナトリウム漏えい検出器の点検個数に繰り返し誤りが見つかり、原子力安全・保安院から、点検個数や調査の実態を把握できる体制になっていないとの、点検体制に関する注意を数回にわたり受けていた。「もんじゅ」は、修正を繰り返していた点検個数を最終的に7月に確定した。

その結果、この点検期間中に実施された原子力安全・保安院による平成20年度の第1回保安検査（特別な保安検査、5月19日から6月13日）では、「点検対象となるナトリウム漏えい検出器等の点検個数、点検方法等を速やかに明確にし、的確な点検を行うべきであったが、実施されていなかった。結果として、当初の計画の 6 月末までに報告書は作成されていない。点検対象となるナトリウム漏えい検出器等は、多種多様で、かつ、膨大な数であることは当初から明らかであり、人員を大幅に追加するなどにより計画的な点検体制を構築すべきであった。」との指摘を受けた。また、その後の第2回保安検査（特別な保安検査、9月1日から9月30日）では、点検のための十分な体制構築ができなかったことや点検リストのチェックが不十分であったことなどから、前回の根本原因分析において「組織・体制の観点も含めた要因と対策の検討が不十分であった。」との指摘を受けるに至った。

（２）問題点と背後要因

時系列において問題と思われる点や通常からはずれた点などを抽出した。これらの問題点を整理し、「ナトリウム漏えい検出器の保守管理について組織的な対応ができなかった」ことを基点として、その要因分析を行い、a)点検計画に関する不備、b)点検体制に関する不備、c)点検計画の改善に関する不備、d）改善策に関する不備に関する事象の４つを直接的要因として選定し、その背後要因を分析した。

a）点検計画に関する不備について

ナトリウム漏えい検出器の点検は、その全数を対象とした。ナトリウム漏えいを検出する設備を含むとその種類や数が膨大になることが予測されたが、所幹部は、点検計画書を指定された期日までに国に提出することを最優先し、点検範囲、内容については、点検の進捗を踏まえて見直せば良いと考え、それらを明確にせずに点検を開始した。また、設備を所管する保守担当課には、点検を行う検出器等の詳細な取付構造等の図面類が十分に揃っていなかった。保守担当課は、点検計画書に定めた基本事項で点検作業が実施できると考え、点検のための具体的な実施計画を定めず、点検を開始した。しかし、「もんじゅ」では検出器等の種類と個数の全容を十分に把握していなかった。この問題点としては、①点検計画の内容が目的を達成できる計画となっていなかったこと、②「もんじゅ」は検出器等の種類と個数を把握していなかったことを要因分析の対象とした。

①に対しては、点検計画の策定に関係した所幹部、炉安審、保守担当課長について分析した。先ず、所幹部は、PKS 工程と臨界時期に影響を与えたくなかったと考えており、そのため、点検範囲を最小限に止め、点検を早く実施し、終了したいと考えていた。所幹部は、計画を明確に定めて実施するという意識が低かったことがいえる。次に、点検計画書を事前に審査した炉安審は、日頃から審議案件が多く、点検計画書を審議する際、所幹部と同じように国に提出することを優先するあまり、客観的な審議を十分に行わず、点検の進捗を踏まえて見直す考え方を了承した。これは、炉安審の責務が明確に決められていなかったことや炉安審の位置付けが明確でなく、技術的な審議が十分には行われず、結果の権威付けだけになり、炉安審の運営が形式化、形骸化していたことがいえる。

点検作業を行う保守担当課長にあっては、自ら実施計画を立案した上で、他の課と調整しながら作業を進めるという認識がなかった。保守点検はメーカに依存しており、実施計画の策定を含めてメーカに任せていた。これらから、次の背後要因が挙げられる。

・「もんじゅ」として、目的を達成できる実行可能な計画を作成する仕組み、具体的な点検計画を策定しなければ作業に入れないような仕組み（ホールドポイント）がなかった。

・所幹部及び保守担当課長は QMS（7.1 業務の計画）の必要性の認識が十分に身についていなかったため、QMS と業務とを一体的なものとして理解していなかった。

・「もんじゅ」には組織、会議体の責任、権限を明確にするという風土が希薄であったことに加え、委員でもある各管理職は、炉安審の審議事項に対するラインの責務と権限、及び炉安審の責務を十分に認識していなかった。

・プラントの運転再開前なので保守担当課は保守管理に関する仕組みを廻す

意識が低く、自らプラントを保守管理するという認識が低かった。

②に対しては、保守担当課は、これまで検出器等の種類や個数を含めて保守点検で問題にならなかったことから、自らプラント情報を管理する意識が低かった。また、ナトリウム漏えい検出器が警報を発しても、直ちにプラントを停止するような事象にならないと考えていたため、重要な機器との認識が低かった。さらに、「もんじゅ」では、ナトリウム漏えい検出器の誤警報が外部でどのように受け止められているかを認識しなければならないところであったが、その認識が薄く、今回の点検において、点検個数の修正等を数回行うなど、社会に与える影響についての配慮が不十分であったといえる。これらから、保守点検はメーカに任せ、自ら保守管理するという認識が薄かったことに加え、「もんじゅ」では平成 7 年の 2 次系ナトリウム漏えい事故の教訓を踏まえたナトリウム漏えいの社会的影響を考慮した業務展開が十分に身についていなかったことが背後要因として挙げられる。

b) 点検体制に関する不備について

1 次系 CLD 誤警報発生の翌日の 3 月 27 日､所長は敦賀本部長の指示を受け、当該 CLD の誤警報の原因と対策に関する臨時の責任者を指名した。指名を受けた責任者は、具体的な指示を受けなかったことから、その役割を十分に認識せず、特別な体制が必要とは考えなかった。所長も、具体的な責任と権限の範囲を指示していなかったため、初動体制が曖昧となり、責任者を中心にした点検体制が構築されることはなかった。次に、4 月 7 日に原子力安全・保安院から指示（すべてのナトリウム漏えい検出器を点検の対象とすること）を受け、4 月 14 日から開始されたナトリウム漏えい検出器の点検では、点検範囲が拡大したにも拘わらず、点検のための十分な体制補強等の点検体制の見直しを行わなかった。この問題点としては、①初期の点検体制における点検責任者がその責務を果たさなかったこと、②点検範囲が拡大した後も、点検のための十分な体制補強がなされなかったことを要因分析の対象とした。

①に対しては、所内横断的な点検体制構築のきっかけの一つであったと考えられるが、所長は点検責任者に対して具体的な指示を与えなかったこと、点検責任者は所長に対して指示内容の確認をしなかったことにある。

これは、所長と指名を受けた点検責任者の初動体制に関する重要性の認識不足であり、組織内でのコミュニケーションが不足していたことに加え、組織内における責任と権限を明確にするルールがなかったことが背後要因として挙げられる。

②に対しては、所幹部は現状のライン体制で工程通りの点検が可能であると考えていたことにある。しかし、所幹部は今回のような計画外業務といえる点検作業に対してチェック＆レビューを行う意識が不足していたため、作業量の

実態を的確に把握していなかった。その背景として、所幹部は PKS 工程に重点を置き、臨界時期に影響を与えたくないと考えていたことが挙げられる。また、今回の点検について所幹部は、作業内容の立案・チェックも含め保守担当課員が行わないと保安規定違反となると考えており、その解釈が法律や規則の意図するものであるか所内で議論していなかった。一方、保守担当課長は現状の体制では十分ではないという状況を抱えながら、所幹部に報告しても十分な対応は望めないと考え、課の責任で点検を実施せざるを得ないと考えていた。これらから、次の背後要因が挙げられる。

・今回のような通常ライン体制では対応が困難な作業を、特別な体制で実施可能とすることが要領等に規定されていなかった。
・所幹部は規則やルールの意味することの理解が浅く、問題点を探し出し、改善する意識に欠けていた。
・要員補強等の相談を諦める保守担当課長の考え方や PKS と臨界時期の工程を優先する考え方から、「もんじゅ」組織内では何でも相談できるような十分な職場環境になかった。

ｃ）点検計画の改善に関する不備について

原子力安全・保安院に提出した点検計画書（4 月 14 日）において、点検対象となるナトリウム漏えい検出器とその他のナトリウム漏えい確認が可能な設備の個数を示したが、シーラント型 CLD とシーラント型 CLD 以外の数の間違いや、その他設備でも改造工事で追加した温度計が抜けていたことなど、点検総数及びその内訳に訂正が発生した。その後も、原子力安全・保安院との点検対象設備の確認が繰り返し行われ、点検台数の確定は 7 月までかかった。この問題点として、個数の誤りが判明した時点で、適切な再発防止策が講じられなかったことを要因分析の対象にした。

これに対して、「もんじゅ」では、原子力安全・保安院に提出した点検計画書の点検個数の変更に対して不適合管理を行い、是正をしていなかった。また、点検対象範囲を独自の判断で限定していた。これらは、「もんじゅ」では点検個数の誤りを不適合と認識していなかったことや、点検対象範囲に関しては、規制当局に確認しながら点検を進めるという認識がなかったため、事前に十分な協議をせずに点検を進めていた。これらから、次の背後要因が挙げられる。

・所幹部及び保守担当課長は QMS（8.3 不適合管理）に関する知識が十分に身についていなかった。
・自分たちの考え方が正しいかという問いかける姿勢が不足していた。その結果、国及び自治体とのコミュニケーションを十分にとることの認識が不足していた。

d）改善策に関する不備について

所幹部は、原子力安全・保安院より点検個数の誤りについて数回にわたり指摘を受けていたにも拘らず、個数の変更が生じる旨を週報に掲載し公表することでよいと考え、外部からのコメントを真摯に受け止めず、適切な改善を行わなかった。他方、敦賀本部（安全品質推進部、経営企画部）は指摘を受けていることを知っていたが、自ら本部機能の役割を果たさなかった。この問題点として、①所幹部は、保安院からの個数の信頼性に対するコメントに対して適切な対応ができなかったこと、②敦賀本部は、「もんじゅ」における対応不備に対して改善指示を行わなかったことを要因分析の対象とした。

①に対しては、所幹部は点検個数は最終の点検報告書で確定できればよいと考えており、ナトリウム漏えい検出器が重要な機器との認識が低かった。一方、保守担当課でも正確な検出器等の個数を把握していなかったため、修正が生じることはやむを得ないと考えていた。他方、所幹部は、ナトリウム漏えい検出器の種類や個数の誤りや誤警報を発報した数が社会でどのように受け止められるかの認識がなく、外部に誤った情報を公開すると信頼を失うという認識が低かったといえる。これらから、前出 a)の要因と同じように、「もんじゅ」では、平成 7 年の 2 次系ナトリウム漏えい事故の教訓を踏まえたナトリウム漏えいの社会的影響を考慮した業務展開が十分に身についていなかったことが背後要因として挙げられる。

②に対しては、敦賀本部は、国からの指摘には「もんじゅ」が責任を持って対応するものと考えていた。これは、2 次系ナトリウム漏えい事故以降、「もんじゅ」は長期間プラントを停止しており、敦賀本部は地元への理解促進活動が主たる業務であると認識していたことによる。これは、敦賀本部は規制当局からの指摘に対して「もんじゅ」をサポートしていくという意識に欠けていたことから、どのように対応するか役割分担を明確にしていなかったこと、さらに、敦賀本部は一体となって「もんじゅ」の課題に対して対応策の提案、検討を行い、経営方針へ反映することなど、機構における自らの位置付けを認識していなかったことが背後要因として挙げられる。

4.2.2 イオン・マイグレーションに起因する絶縁低下の不適合管理が十分できなかったことについて

（1）経緯・事実の確認

平成20年9月6日に発生した2次系オーバーフロータンク(A)のCLD誤警報の原因は、当該CLDの詳細調査から、電極部とセラミックを接着している銀ロウ付けの銀が析出したことにより起きたイオン・マイグレーションであることが判明した。

イオン・マイグレーションに起因する絶縁低下による不具合事象は、先ず平成3年7月に1次系において誤警報として発生した。その後のメーカによる再現性試験では、絶縁低下事象の湿度と温度の関係を調査し、高湿度で400℃以上の条件でイオン・マイグレーションによる絶縁抵抗が急激に低下することが確認されたとの報告があった。当時は、故障を起こした密閉型CLDを開放型CLDに交換する対策が行われた。

次に、2次系では、平成5年3月にオーバーフロータンク(A)及び(C)のCLDで絶縁低下による誤警報が発生した。目視確認による調査の結果、セラミック表面に銀の析出が確認され、原因は銀ロウ付けの銀がイオン・マイグレーションにより析出し、絶縁低下に至ったものと断定された。当時、当該品以外のCLDのサンプリング調査も行われたが異常は見つからず、誤警報を発生した当該CLDは特異な環境条件（高湿度環境の下で設置、その後、タンク昇温325℃の環境）によってイオン・マイグレーションが助長したものと推定された。その対策は、メーカ推奨の絶縁抵抗測定と目視点検を強化するとともに、対策品として金ロウ付けタイプのCLDを予備品として保有することであった。以後、平成11年5月頃の経営判断による予算削減に伴う定期保守の縮小によってCLDの絶縁抵抗測定が中断されるまで、毎年CLD点検（絶縁抵抗測定）を行ってきたが、この間、絶縁低下の不具合発生はなく、イオン・マイグレーションの兆候を確認できる方法は確立できなかった。

平成17年9月からナトリウム漏えい対策工事が開始された。これを受け、平成18年度から設備点検が開始され、平成18年8月頃から2次系CLDの点検も再開された。この点検期間中、絶縁抵抗の判定値50kΩを下回るCLDが数件発見されていたが、点検中の不具合発見であったため詳細を調査せず、対策品の予備CLDに交換して済ませていた。この交換作業中、CLD設置箇所の2次系ダンプタンクでは凝縮水も確認されていた。この当時の現場は、改造工事のために2次系ナトリウムの全ループがタンクにドレンし固化された状態にあり、建設当時と同様に高湿度環境下にあったと思われる。このナトリウム固化運用は平成19年2月まで続いた。

平成20年4月以降、1次系メンテナンス系CLDの誤警報に伴ってナトリウム漏えい検出器の点検を行った際は、メーカ提案によりタンク廻りの検出器を中心にCLDの引き抜きを行い、先端のセラミック面にイオン・マイグレーションの兆候等の汚れを確認した場合は除去することとしていたが、点検でイオ

ン・マイグレーションの兆候は確認されなかった。

しかし、同年 9 月 6 日、プラント確認試験の「昇温純化試験」（1 次、2 次主冷却系ナトリウムを 325℃に昇温し、ナトリウムを純化する試験。）で、前日までナトリウムを 325℃まで昇温し、200℃に低下した後、2 次系の CLD の誤警報が発生した。

（２）問題点と背後要因

過去に発生したイオン・マイグレーションのトラブルを経験しながら再発させ、CLD の不具合に伴う誤警報を未然に防止することができなかった。これは、ナトリウム漏えい検出器の保守管理上の問題と捉え、4.2.1 の「ナトリウム漏えい検出器の保守管理について組織的な対応ができなかった」ことを基点として、その要因分析を行い、a)保守点検に関する不備、b)保守点検の改善に関する不備、c）改善策に関する不備に関する事象の３つを直接的要因として選定し、その背後要因を分析した。

a)保守点検に関する不備について

ナトリウム漏えい検出器の保守点検において、平成 11 年度から平成 17 年度の 7 年間にわたって予防保全となっていた絶縁抵抗測定の点検を中断していた。また、イオン・マイグレーションに起因する絶縁低下を最初に認識していた 1 次系 CLD（平成 3 年）、2 次系 CLD（平成 5 年）の調査事例がその後の点検等において発生の恐れがある使用環境の CLD に対してメーカ推奨の対策品に交換することを進めてこなかった。さらに、平成 17 年度以降再開された点検において、絶縁抵抗低下がみられた CLD の不具合に関して適切な是正処置が行われていなかったことで、平成 20 年 9 月に誤警報が発生した。これら問題点として、①長期間にわたって CLD 絶縁抵抗測定を中断したこと、②イオン・マイグレーションによる誤警報が再発したこと、③点検中の CLD 不具合について保修票を発行しなかったことを要因分析の対象とした。

①に対しては、経営及び所幹部は認可予算及び企画部が示した予算シーリングの下で有効な安全施策のための配分をしなかった。このため、停止プラントへの予算の大幅削減に伴って保守費用の予算が不足し、CLD の点検に必要な予算を充当できなかった。また、CLD に対する保守管理の重要度がＹグレード（予防又は事後保全）であったことから、CLD を事後保全の対象とした。保守担当課長は、ナトリウム漏えい検出器が警報を発しても、直ちにプラントを停止するような事象にならないと考えていたため、重要な機器として取り扱っていなかった。さらに、保守管理の重要度について、定期的に見直しを行ってこなかったため、事後保全が確定的になっていた。これらから、次のような背後要因が挙げられる。

・経営及び所幹部は、プラントの保守管理に対する予算配分に関してその重

要性の認識が低かった。

・保守担当課長は CLD が重要な機器との認識が低く、平成 7 年の 2 次系ナトリウム漏えい事故の教訓を踏まえたナトリウム漏えいの社会的影響を考慮した業務展開が十分に身についていなかった。

・CLD が事後保全のままになっており、平成 16 年度に保安規定に JEAC4209（原子力発電所の保守管理規程）が導入されたが、保守管理の重要度を定期的に見直す PDCA の仕組みが十分に機能していなかった。

②に対しては、保守担当課は保守点検に対するメーカへの依存が高く、不具合情報はメーカに聞けば分かると考え、保全技術の伝承に利用できるデータベースがなかった。また、平成５年当時のイオン・マイグレーションに関するプラントレポート情報（メーカ報告）はあったが、この情報が十分に伝承されてこなかったため、イオン・マイグレーションに対する対策が行われてこなかった。すなわち、プラントを維持するための保守管理の重要性の認識が低かったため、組織的に不適合情報を収集することをしてこなかったことが背後要因として挙げられる。

③に対しては、点検中の検出器の不具合処置に関する保修票の発行基準が明確でなかったことから、保守担当課では、自らが保守する部門は保修票の発行は不要と思っていたことにある。これは、保修票発行の意味を単なる修理依頼票と限定的に捉え、保修履歴のデータとしての価値を認識していなかったことと、保修票発行の目的やルールが明確にされていなかったことが背後要因として挙げられる。

b)保守点検の改善に関する不備について

過去に 3 件のイオン･マイグレーションに起因する誤警報が発生していたが、その教訓が保守管理に活かされなかった。この問題点として、平成 3 年に発生した 1 次系のイオン・マイグレーションに起因する誤警報に伴う再現性試験の教訓が、2 次系の異なるメーカの CLD 設備の再発防止に活かされなかったことを要因分析の対象とした。

保守担当課では、各メーカからの情報が別々に管理され、担当者間で共有されなかった。担当者も異動により頻繁に交替していたため、情報の所在が引き継がれなかった。その理由として、保守担当課はメーカへの依存が高く、不具合情報はメーカに聞けば分かると考え、保全技術の伝承に利用できるデータベースがなかった。また、不適合管理の認識不足から、不具合情報に関する内部でのコミュニケーションが不足していた。これは、a)②と同じく、保全技術を伝承するデータベースの必要性を認識していなかったことにあり、プラントを維持するための保守管理の重要性の認識が低かったことが背後要因として挙げられる。

c）改善策に関する不備について

保守担当課では、イオン・マイグレーションに対する平成 5 年のメーカ提案を受け、予備として対策品を保有し、“絶縁抵抗値に異常が見つかったときには対策品に交換する”という考え方が定着していた。歴代の課長もそれを踏襲していた。保守担当課では、該当する CLD をすべて対策品に交換することを含め、CLD の保守ついて定期的に評価してこなかった。これは、毎年度、保守点検についての全体的な評価は行われていたにしても、CLD について不具合情報等を踏まえて個別に評価しておらず、評価の範囲、深さが十分でなかったことが背後要因として挙げられる。

4.2.3 前回の根本原因分析結果への影響について

（１）経緯・事実の確認

前回の根本原因分析では、CLDに関する施工不良が、ナトリウム漏えい検出器に関するそれまでの不適合管理の過程（水平展開等）で未然に発見できる可能性があったかの否かに着目し、調査項目として、「b.3：CLD 等に関する不適合管理等で発見されなかった。」を設定した。この調査項目に関し、平成20年5月に「もんじゅ」側に過去のナトリウム漏えい検出器に関する不適合について質問したところ、検出器本体の不具合では「これまで2件発生している。」との回答を得た。1件は、平成17年8月に2次メンテナンス冷却系のシーラント型CLDで絶縁抵抗が低下し、監視システムで異常警報が発報した不具合（平成18年に導入された不適合グレードでは不適合グレードⅣに相当）であり、もう1件は、平成19年5月及び8月に、2次主冷却系のナトリウム漏えい検出器の一つである放射線イオン化式検出器(RID)で発生した誤警報に関する不具合（不適合グレードⅡ）であった。前回の分析チームは、これらについて調査した結果、「これら2件の事象の水平展開で、CLDの施工不良を発見できるような対策が取られる可能性は低かった」と結論付けた。

一方、平成20年9月6日に、2次系オーバーフロータンク(A)に据え付けられていたCLDにナトリウム漏えい警報（誤警報）が発報する不具合が発生した。その原因は銀のイオン・マイグレーションによるものと推定されている。この不具合を契機に、「もんじゅ」は過去のナトリウム漏えい検出器に係る不具合事象を調査した結果、軽微な不具合を含めてナトリウム漏えい検出器全体で74件あることが判明した。この74件のうち、ナトリウム漏えい検出器に関する不適合について質問した平成20年5月以前（H3.7～H20.4）に発生したナトリウム漏えい検出器全体の不具合は67件、うち検出器本体の不具合は16件であった。

このような食い違いが起きたのは、前回の分析チームからの質問（「過去に不適合はあったか」）について、分析チームの質問の趣旨は故障等の軽微な不具合を含む不適合情報であったが、分析チーム事務局と「もんじゅ」側対応者間で十分な確認が行われなかったことから、「もんじゅ」側の対応者から保守担当課に問い合わせた際に、この趣旨が明確には伝達されなかったことによる。また、保守担当課では不適合のデータベース化が十分に行われていなかったため、手元にある情報に限定した上記の2件を含む不適合の事例を回答した。

さらに、「もんじゅ」側に幾回と報告書の内容について確認作業を行ってきたが、点検作業で多忙であったことから事実関係の内容確認について、分析チームと現場担当の認識合わせが十分に行われず、結果として間違いが看過され訂正されなかった。

（２）前回ＲＣＡの結果に対する影響の有無

過去の不具合情報が報告されなかったことによる前回の根本原因分析の結論への影響について検討した。すなわち、ナトリウム漏えい検出器の不具合事象

67件のうち、水平展開としてシーラント型CLDを引き抜いて点検等を行う契機となる可能性があったのか、「もんじゅ」側に報告を求め、評価した。

その結果、以下の調査内容から、前回の根本原因分析結果と同様、これらの不具合事象の処置が「CLD の施工不良を未然に発見できるような対策が取られる可能性は低かった」と考えられることから、CLD の保守管理に幅を広げ新たな視点による根本原因分析の必要性を認識した。

なお、報告のあった過去の不適合事象については以下の通りであることを確認した。

当該 67 件には検出器本体以外の電気系統に係る事例も多く含まれるため、それらを検討対象外とすることとした。分類の結果、CLD 本体に関するものは 9 件（平成 20 年 3 月 26 日の施工不良によるもの 1 件を除く）あり、差圧式検出器（DPD）、RID 及びナトリウムイオン化式検出器(SID)の本体に関するものは合計 6 件（SID：2 件、RID：4 件、DPD：0 件）あった。

これらの事例について個別に検討した結果、これらは、例えば、SID についてはフィラメントの断線、RID については基板の留めネジの緩みといった、各々の検出器に固有の部品に関する軽微なものであり、それらの水平展開でシーラント型 CLD を引き抜いて点検等を行う契機となった可能性は低かったことを確認した。

CLD 本体に関する 9 件については、故障モードとして、イオン・マイグレーション（3 件）、吸湿による絶縁低下（2 件）、製作不良（1 件）、リード線の損傷による絶縁低下(1 件)、その他（2 件）に分類できる。

吸湿による絶縁低下の 2 件については、検出器の交換や配管の予熱ヒータを作動させる等により回復しており、処置が容易であったため他の CLD に水平展開を行う必要はなかったと考えられる。

製作不良（1 件）についても、製作時の単体不良（リード線と芯線の接合部不良）であり、リード線の損傷（1 件）についても、設備の振動に伴うリード線絶縁被覆破損（短絡）が原因であったため、他の CLD に水平展開を行う必要はなかったと考えられる。

次に、イオン・マイグレーションについては、前回の施工不良で問題となった 1 次系のシーラント型 CLD は、電極の絶縁にセラミックではなく、酸化マグネシウムを使用し、ロウ付けを行っていない。したがって、イオン・マイグレーションの発生はなく、1 次系のシーラント型 CLD を引き抜く検査等を行うことになった可能性は低い。

5. 組織要因の分析

これまで「４．ナトリウム漏えい検出器の点検体制等の不適合事象について」の分析では、個別事象ごとに背後要因（根本原因）を明らかにしてきた。

組織要因の分析においては、これら背後要因から組織の中に長期にわたり形作られた思考形態・行動様式等について分析する。個々の背後要因の細部に拘ることなく、機構による組織運営、外部の受け止め方、保守管理に関するレビューとその有効性に着目して、包括的な分析を行うこととした。

分析チームは、何が問題なのか、問題を解決するためには何をしなくてはいけないのか、要因分析から抽出された個別事象ごとのそれぞれの背後要因がどのように互いに関連しているのかを評価した。分析方法は、「品質保証上の仕組み」とそれを支える「組織風土や安全文化」が効果的に機能し最も有効な改善になっていくことを期待して、根本原因分析ガイド（参考 2）に示される 6 つの組織要因の視点（「組織心理要因」、「経営管理要因」、「中間管理要因」等）の視点から該当する要因について各々検討した。

なお、先行して行われた「高速増殖原型炉もんじゅ屋外排気ダクトの腐食孔の確認に係る根本原因分析」を参考にした。

5.1 分析結果

（１）「外部環境要因」に関して

今回は、CLD の個数を十分に確認せず公表する等により、結果として地元や規制当局の信頼を損なう結果に至ってしまった。特に、規制当局より指摘のあった点検個数の修正を繰り返したことに対して、「もんじゅ」は、外部へ報告するという重要なデータであるとの認識が薄く、また、最終的に報告書に記載すれば良いと判断していた。背後要因にも挙がっているように、自分たちの考え方が正しいかという問いかける姿勢が不足していたものと考える。組織の閉鎖性や孤立化を排除し、自分達だけの狭い考え方に陥らないよう、規制当局や地元自治体等に限らず、機構の外部からの指摘を真摯に受け止め、積極的に議論し、必要な改善に結び付けるとともに、双方向の有効なコミュニケーションを図っていくこと必要である。

（２）「経営管理要因」に関して

今回の CLD 点検では、すべてのナトリウム漏えい検出器に点検範囲が拡大し、通常ライン体制では対応できないことは予測できた。本来は「もんじゅ」の総力を上げて点検に取り組むべきだったが、組織を有効に機能させるルールを定めていなかったことや、特別な体制を設置することが規定に抵触すると考えていたことから、保守担当部署に任せ、十分な体制補強を行うという判断が行われなかった。また、検出器等の詳細な情報をメーカに任せ、自らのプラント情報を管理する意識が低かったことや炉安審等に責任を委ねる傾向もあり、管理職をはじめとする「もんじゅ」職員が、「も

んじゅ」プロジェクトの意義と重要性を強く認識して常に業務に取り組む姿勢及び各人に与えられた職責・権限についての自覚が十分でなかった。

敦賀本部は、組織上の役割と権限が不明確であり、機構における自らの位置付けを認識していなかったことから、問題の解決に向けて「もんじゅ」をサポートしていくという意識に欠けていた。また、「もんじゅ」から敦賀本部へ現場の状況を伝えなかったことから、経営層へ経営判断を要する情報が的確に伝わらなかった。

このような状況では、横断的調整機能を強化し、「もんじゅ」、敦賀本部、経営が三位一体となって安全確保のための計画を見直し、「もんじゅ」支援を速やかに実施するための仕組みを再構築するとともに、「もんじゅ」プロジェクトの推進においては、プロジェクトの重要性とそれを各個人が担っていることを浸透させ、さらに、安全確保が最優先であるという意識（安全文化）を根付かせることが必要と考える。

イオン・マイグレーションに起因する絶縁抵抗低下を通じて過去の保守管理状況を調査した際、ナトリウム漏えい検出器の絶縁抵抗測定の点検を長期間中断していた事実があった。停止プラントである「もんじゅ」では、これまで設備維持管理費の大幅な削減が行われてきた。原子力機構は独立行政法人として交付金により事業運営を行っていることから、当然、限られた予算の中で、最大の費用対効果を出す使命がある。そのようなとき、経営及び所幹部は、将来のビジョンを示し、安全確保に向けたより具体的な方針・目標を提示して現場をリードする必要があったが、その配慮が不足していた。結果として有効な安全施策が取られてこなかったことが主要因である。

例えば、再起動に向けて、経営及び「もんじゅ」幹部は、自律的にプラントを運転・保守管理し安全を確保していくための方向性を示し、限られた資源であってもそれに沿った施策を計画的に実施するべきであった。それがなされていれば、プラントに多数設置されている多種多様な計測機器のデータベース化や、不適合の管理システムの構築などが徐々にではあっても着実に進められた可能性はあった。

原子力開発を安全・安心のもとに進めるためには、経営及び所幹部は、安全を重視した資源配分と施設の安全確保に係る保守管理の重要性について再認識する必要があるといえる。

（3）「中間管理要因」に関して

今回のCLD点検は、範囲が広く膨大な点検になることは分かっていたが、「もんじゅ」は目的を達成できる実行可能な具体的な点検計画を策定しなければ作業に入れないような仕組み（ホールドポイント）がなかった。このような仕組みはQMSの基本的な考え方であり、所幹部及び保守担当課を

始め「もんじゅ」ではQMSと業務とが一体的なものとして理解されていない傾向にある。また、保安管理体制を担うライン管理職が自らの責務と権限や炉安審の責務を十分認識していないなど、組織運営等における意思決定プロセスに改善の余地がある。このような仕組みやルールの形式化・形骸化は、チェック機能を無効なものにし、組織が有する自浄作用を失う結果をもたらすことになる。これは安全文化の衰退の兆候であると捉え、それを阻止するためには何をなすべきかを十分に議論し、安全の確保がすべての事業に優先するというIAEAが定義している安全文化の醸成活動につなげる必要がある。

保守管理について、保守担当課はCLDの保守点検をメーカに依存してきた。「もんじゅ」に図書がない場合は、その都度メーカから取り寄せ、自ら技術情報を管理することに取り組んでこなかった。また、イオン・マイグレーション問題では、平成3年、平成5年、平成18年に発生していたCLDの絶縁抵抗低下の不具合情報が保守担当課、所内で共有されていなかった。年次点検では、CLDに絶縁抵抗低下が見つかれば対策品に交換すればよいとしており、誤警報発生の未然防止の重要性の認識が低かった。点検中の絶縁抵抗低下の不具合に対しても保修票が発行されておらず、修理依頼票と限定的に捉え、保修履歴のデータとしての価値を認識していない状況も見られ、保修票発行の目的やルールが明確にされていなかった。さらに、絶縁抵抗測定の点検が約7年間中断し、保全の優先度が下がるといったように、CLDがナトリウム漏えいを検出する重要な機器であり、信頼性が求められるとの意識が低かった。これらに関して、背後要因にも挙がっているように、「もんじゅ」では、プラント停止期間が長く続いたことが影響してか、運転再開前になっても、自ら保全のPDCAの仕組みを廻す意識が低く、自らプラントを保守管理するという認識が低いことがいえる。

このように、今回の点検を含むナトリウム漏えい検出器の保守管理に関する背後要因の分析では数多くの中間管理要因が挙がっている。改めて、「もんじゅ」では、過去のナトリウム漏えい事故の教訓を踏まえ、ナトリウム漏えいによる社会的影響を十分に考慮し、今後は、保安規定に導入されたJEAC4209（原子力発電所の保守管理規程）に準拠する保全プログラムによる自律的なPDCAが廻るように仕組みを再構築すること必要である。

（4）「集団要因」に関して

今回の点検において、初動体制が曖昧となり、点検責任者を中心にした点検体制が構築されることはなかった。これは、所長と点検責任者とのコミュニケーション不足であった。また、保守担当課長が十分な体制でないと知りながら所幹部への相談を諦めている。これに代表されるように、当時、「もんじゅ」では何でも相談できる風通しの良い職場環境になかったと

考えられる。管理職層と一般職層との定期的なコミュニケーションを図る場を設け、グループ討議等を通じて、様々な改善に向けた議論ができる環境を構築すること必要である。

6. 全体を通して得られた共通の教訓と提言

分析チームは、背後要因から組織要因を分析し、「外部環境要因」「経営管理要因」「中間管理要因」「集団要因」に関する教訓を得た。ここでは全体を通して得られた共通の教訓と提言を以下のように取りまとめた。本提言については、敦賀本部全体で議論し、現在実施している行動計画に反映し、計画的に実施していくことを期待する。

（1）仕組みの構築、運用に関する教訓

【保守管理等に関する事項】

① 計画外作業を含めて現場作業を実施する場合は、具体的な実施計画（目的、実施内容、実施体制、工程等）を定めて確実に実施できる仕組みを構築し、その意識付けを行う。また、業務全般において、進捗管理を適切に行い、目的を達成するための計画を作成する仕組みを構築する。

② 保修履歴及び過去のトラブル等から得られた技術情報を組織の共有財産とし、その重要性を認識した上で、保守管理を行う。また、適宜保全プログラムの妥当性の確認を行い、確実に PDCA が廻る仕組みを構築する。

③ 保修票運用手順書に、点検中に発見された不具合事象であっても保修票が発行されるよう基準を明確にするとともに、過去の事例を反映し、絶縁低下等のゆっくり進行する影響の予兆を考慮した基準を追記し、必要な対策を講じる。

【経営・組織に関する事項】

④ 敦賀本部は、機構における自らの位置付けを明確にし、もんじゅへの指導、支援を行うとともに、必要な情報を経営に上げる。また、敦賀本部は、原子力安全を最優先とし、もんじゅに対する外部の受け止め方を正確かつ迅速に機構内関連部門に情報を提供する。

⑤ 経営及び所幹部は、施設の安全確保に係る保守管理の重要性を認識し、その認識をコミットメントとして発信するとともに、安全を重視した資源の配分を確実に行う仕組みを構築する。

【外部コミュニケーションに関する事項】

⑥ 外部からの指摘を真摯に受け止め、議論し、改善に結び付ける仕組みを構築するとともに、適宜、立ち止まり自分たちの考えが正しいのかを問いかける意識、適切な外部とのコミュニケーションを行い、説明責任を果たす意識を定着させる。

（2）意識の向上に関する教訓

【保守管理等に関する事項】

① QMS の要求内容を理解するとともに、QMS と業務の一体化を図る。特に、業務の計画、不適合管理等の重要性については教育プログラムの

重要項目として反映する。

② 平成７年のナトリウム漏えい事故の教訓（社会的影響）を再確認し、ナトリウムの漏えいを検出する機器がプラント運転上重要な機器との意識付けを行う。

【経営・組織に関する事項】

③ 各部門、各職位及び会議体の責任と権限を明確にするための基本プロセスを設定する。また、組織及び会議体の責務と権限を明確にし、それらを明確にすることが業務を遂行する上で必要かつ不可欠であるとする風土を醸成する。特に、管理職の責務・権限と炉安審等の会議体の責務を明確に識別するよう、管理職に対して意識付けを行う。また、炉安審の位置付け及び審議項目を見直す。

【内部コミュニケーションに関する事項】

④ 組織内でのコミュニケーションを活発にし、何でも相談できる風通しの良い職場とする仕組みを構築するとともに、ルールの根拠や意味を考え、問題点を探し出し、改善しようとする学習する意識を醸成する。

【マイプラント意識に関する事項】

⑤ マイプラント意識の下で、保守管理が機能するような仕組みを構築し、自ら主体的に改善するという考え方を定着させる。

（3） 提　言

今回の分析を通じて、敦賀本部、「もんじゅ」内でのコミュニケーションが十分に機能していないことが要因として摘出された。そのため、組織内に閉鎖性が生まれ、組織パフォーマンスを有効に発揮できていないことが見受けられた。今回、「もんじゅ」の組織を改正し、横断的調整機能強化を図ることが実施されるが、「もんじゅ」内のコミュニケーションを維持し、実効的な組織運営と改善活動に努めることを期待する。また、敦賀本部とのコミュニケーションを強化し、「もんじゅ」への支援、改善活動への提言などが行われる組織運営を期待する。

「もんじゅ」は建設段階ということから、メーカへの依存性が高く、問題があればメーカに依頼し、対応するという意識が強い。先に実施した「1 次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい検出器の不具合に係る根本原因分析」や「屋外排気ダクトの腐食孔の確認に係る根本原因分析」でも提言として記載されているが、「自らの設備をよく知り、弱点を見つけて改善する」という「マイプラント意識を持つ」という重要性を再認識すべきと考える。このような考え方によってデータベース化や不具合事例の共有化などの対応が必然と図られるものと考える。今後も、「マイプラント意識を持つ」とことの意味について考え、活動していくことを期待する。

さらに、経営・上級管理者は、予算・人員の削減といった困難な状況にあ

っても、安全確保に向けた具体的な指針とコミットメントを示し、それを自ら実践することにより、現場との信頼関係を再構築することが最重要な課題である。明確な判断を示さず現場に委ねたり、自らの判断に責任を取らないといった行動は、現場との乖離を生み、士気を低下させる。このことは、今回得られた最も重要な教訓である。この課題の解決に向けた明確な方針を示すことを期待する。

一方、現場では、個々人が与えられた役割を十分に認識し、その責務を果たすとともに、チーム全体で価値観を共有し、議論し、改善を提案することによって目的を達成するという職場の風土を醸成する必要がある。そのためには何が必要かについての継続的な議論が望まれる。

最後に、組織全体として、外部からの指摘や提案等に真摯に耳を傾け、何が本質かを議論し、言うべきことは言い、改めるべきは改め、なすべきことがあればそれを計画的に進めるという考え方を醸成していくことが重要である。世界をリードする高速増殖炉の研究・開発は安全が確保されてはじめて成立するという意識を持ち、高い技術者としての自覚を持って取り組むことを期待する。

別添 1

根本原因分析チームの構成員

リーダー　平野　雅司　（安全研究センター　副センター長）
メンバー　岩田　　昇　（安全統括部 技術主幹）
　　藪内　典明　（安全統括部 施設品質課長）
　　坂場　秀男　（大洗 高速実験炉部　高速炉第１課長）
　　白土　清一　（敦賀本部　安全品質推進部 技術主幹）
　　山内　辰也　（原子炉廃止措置研究開発センター
　　安全品質管理課長）
　　佐久間　祐一（高速増殖炉研究開発センター
　　運営管理室 主査）

事務局：安全統括部　施設品質課
　　助川　和弘（課長代理）、尾又　徹（技術副主幹）

取組み経緯等

（１）会合
- 第１回会合（平成 20 年 11 月 20 日）
- 第２回会合（平成 20 年 12 月 5 日）
- 第３回会合（平成 21 年１月 20 日）
- 第４回会合（平成 21 年２月 9 日）
- 第５回会合（平成 21 年２月 13 日）

（２）もんじゅ現地調査等
- 現地調査（平成 20 年 11 月 17 日～19 日）
  時系列・要因分析の確認、プラント２課関係者へのインタビュー
- 現地調査（平成 20 年 11 月 27 日、28 日）
  要因分析の確認、活動の基本方針の検討、経営幹部へのインタビュー
- 前回 RCA 影響調査（平成 20 年 12 月 12 日～平成 21 年１月 9 日　適宜）
- 第 17 回もんじゅ安全性確認検討会（平成 21 年 1 月 29）に伴う組織体制等に係る背後要因の検討（平成 21 年１月 19 日～平成 21 年１月 29 日）

参考1

根本原因分析に対する国の要求事項について
（出典：事業者の根本原因分析実施内容を規制当局が評価するガイドライン）

平成19年1月25日
原子力安全・保安院

１．基本的考え方

根本原因分析に関する要求事項として、事業者の保安活動において、最低限遵守しなければならない内容を規制上明確にするために、規制当局が定めるものである。

２．要求事項の規制における位置付け

根本原因分析は、品質保証における不適合事象の原因、特に組織要因を特定するための活動である。根本原因分析に対する要求事項を具体化することによって、事業者においては、不適合事象の再発防止、未然防止のための具体的な取り組みが可能となり、原子力安全のより一層の確保を促すことができる一方、規制当局にとっては公平かつ客観的な検査を行うための判断基準となるものである。

３．要求事項

根本原因分析に対する国の要求事項を、以下のとおり定める。

①根本原因分析の実施にあたっては、分析主体の中立性、分析結果の客観性及び分析方法の論理性が確保されることを確実にすること。

②安全に重大な影響を与える事象については、適切な是正処置及び予防処置を行い、再発防止を確実にするため、その事象ごとに根本原因分析を実施すること。

③安全に重大な影響を与える事象以外の事象にあっては、是正処置を講じた後、蓄積されている不適合等に関するデータを分析し、起こりうる不適合の発生を防止する予防処置を講ずるため、必要に応じて、根本原因分析を実施すること。

④是正処置及び予防処置は、根本原因分析結果に対応した適切なものであり、又、具体的な実施計画を明確にし、確実に実施すること。

参考2

根本原因分析における組織要因の視点
（出典：事業者の根本原因分析実施内容を規制当局が評価するガイドライン）

報告された事象に応じて、根本原因分析が組織要因とその因果関係の視点を考慮した体系的な分析となっていることを確認するための根本原因分析における組織要因の視点の例を以下に示す。なお、分析にあたってはこれら組織要因間の因果関係を考慮すること。

１ 外部環境要因

当該組織の外部環境に関わる要因で、「経済状況」、「規制の対応方針」、「外部コミュニケーション」、「世評」等が当該組織に与えた影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。

２ 組織心理要因

組織（全社、発電所、課、グループ，班等の各集団レベル）の中に長期にわたり培われ形づくられた思考形態・行動様式等として、組織構成員の共通の価値観となり、意識、認識、行動となって顕れるもの(注)に関わる要因で、それが事案に関係する時に組織要因の候補となる。（注）組織風土と呼ぶ。

３ 経営管理要因

本社の経営管理に係る要因で、「トップマネジメントのコミットメント」「組織運営（経営状況、組織構造、組織目標・戦略、本社の意思決定等）」「人事運営」「社是やコンプライアンスの標準・基準」「本社と発電所のコミュニケーション」「自己評価（または第３者評価）」等の不適切さや具体性、実効性が無いことが事案に関係する時に組織要因の候補となる。

４ 中間管理要因

発電所の管理運営に係る要因で、「部署レベルの組織運営（目標・戦略、QMSの構築、マニュアルの整備等）」「ルールの遵守」「学習する組織（技術伝承、運転経験の反映等）」「人事管理」「コミュニケーション」「調達管理（協力会社とのコミュニケーション及び管理）」「組織構成に係る人的資源管理（役割・責任、選抜・配置、力量、教育訓練）」「技術管理」「作業管理」「変更管理（組織変更時の管理、作業の変更管理等）」「不適合管理」「是正処置」「文書管理」等の不適切さや具体性、実効性が無いことが事案に関係する時に組織要因の候補となる。

５ 集団要因

組織の各階層を構成する集団（例：経営層、部、課、当直班，作業チーム等）に係る要因で、「集団間・内のコミュニケーション」、「集団の知識・学習」「集

団浅慮や属人主義的意思決定」等の悪い影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。

６ 個人要因

組織・集団を構成する個人(従業員や管理職)に係る要因で、「知識・技能」「リーダーシップ」「安全に対する意欲、慎重さ」「管理の意欲」「現場作業者への配慮」「モチベーション、ストレス」の欠陥等の影響が事案に関係する時に組織要因の候補となる。